



Е. А. МОМОТ

ПРИСТАВКИ К РАДИОПРИЕМНИКАМ

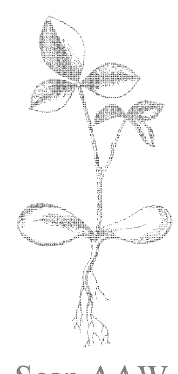


Массовая
радиобиблиотека

Выпуск 819

Е. А. МОМОТ

ПРИСТАВКИ К РАДИОПРИЕМНИКАМ





«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1973

6Ф2.124
М 75
УДК 621.396.62

Момот Е. А.

М 75 Приставки к радиоприемникам, М., «Энергия», 1973.

56 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека, вып. 819).

В книге рассматриваются вопросы конструирования и налаживания приставок различной степени сложности, позволяющих улучшить качество приема без переделки самого приемника.

Книга рассчитана на радиолюбителей-конструкторов средней квалификации.

6Ф2.124

М $\frac{0345-073}{051(01)-73}$ 368-72

Предисловие

По своим качественным показателям современные радиовещательные приемники делятся на пять классов: высший, первый, второй, третий и четвертый.

Класс приемника определяется его параметрами. Для достижения требуемых показателей в приемниках высоких классов приходится применять сложные схемные решения и высококачественные радиодетали.

Широкое внедрение УКВ диапазона, применение новых деталей, ламп, транзисторов и новых материалов, использование принципов функционально-блочного конструирования и ряд других новшеств выгодно отличают современный вещательный радиоприемник от приемников прошлых лет.

В то же время у радиолюбителей имеется большой парк приемников невысокого класса, параметры которых не соответствуют современным требованиям.

Один из рациональных путей повышения качества работы радиоприемника без существенных его переделок состоит в изготовлении дополнительных устройств (приставок), улучшающих параметры приемного тракта.

В данной книге сделана попытка систематизировать и собрать воедино разбросанные в различных отечественных и зарубежных источниках описания приставок к приемникам. Их схемы, как правило, значительно переработаны, в них использованы достаточно современные отечественные лампы, детали. Основное внимание уделено описанию настройки схемы. Книга имеет целью помочь радиолюбителю-конструктору выработать самостоятельный подход к решению технических и конструктивных задач, бóльшую независимость от оригинального описания, которое должно лишь давать толчок собственной творческой мысли.

Почти все приставки рассчитаны на подключение к ламповым радиоприемникам. Большинство их выполнено на лампах и предназначено для улучшения приема сигналов радиовещательных станций в диапазоне до 12 *Мгц*. Некоторые приставки предназначены для приема любительских коротковолновых станций, которые работают в диапазоне 3,5 – 29,7 *Мгц* незатухающими колебаниями (азбукой Морзе) или однополосными (SSB) сигналами.

Глава первая

ВЫБОР СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ ПРИЕМНИКА

Особенности связных и вещательных приемников старых выпусков

Радиовещательные диапазоны и их особенности. В широком спектре радиочастот для целей радиовещания выделены следующие участки.

Таблица 1

Диапазон	Ширина диапазона, *кгц*	Частота, *Мгц*	Вид модуляции
Длинные волны	270	0,15—0,42	Амплитудная
Средние волны	1 050	0,52—1,6	То же
Короткие волны	8 200	3,9—12,1	» »
Ультракороткие волны	9 000	64,5—73,0	Частотная

Для уверенного разделения принимаемых станций современный приемник должен удовлетворять очень высоким требованиям в отношении избирательности по соседнему каналу. Избирательность супергетеродинного приемника определяется в основном формой частотной характеристики тракта ПЧ.

Высокая избирательность при приемлемом качестве звучания достигается применением современных фильтров ПЧ с высоким коэффициентом прямоугольности. В этом случае боковые полосы АМ-сигнала пропускаются таким фильтром без искажений, а высокая крутизна боковых скатов резонансной кривой позволяет эффективно подавить помеху со стороны соседней по частоте станции.

Распределение участков спектра, используемых для радиовещания и любительской коротковолновой связи, наглядно представлено на рис. 1. Поскольку полоса, занимаемая каждым АМ-передатчиком, одинакова и не зависит от длины его волны, для оценки ширины каждого из КВ диапазонов с точки зрения размещения максимального количества вещательных станций без взаимных помех в каждом из диапазонов рассмотрим рис. 1, *а*, где отчетливо виден

коротковолновый участок спектра. Горизонтальная шкала частот взята линейной. При таком масштабе видно, что ширина участков, отведенных для КВ радиовещания, колеблется в пределах 100—500 *кгц*.

Во многих из приемников старых выпусков делались «обзорные» коротковолновые диапазоны, простиравшиеся до 16 *м* и даже до 13 *м* (22 *Мгц*). В этих участках КВ диапазона, как правило, приемники работали значительно хуже, чем в участке 25—75 *м*. Недостаточная стабильность частоты гетеродина, чрезмерно острая настройка из-за недостаточной растяжки, совершенно недостаточное подавление зеркального канала и плохая работа преобразовательных ламп старых типов — вот основные недостатки старых приемников с диапазоном волн короче 25 *м*.

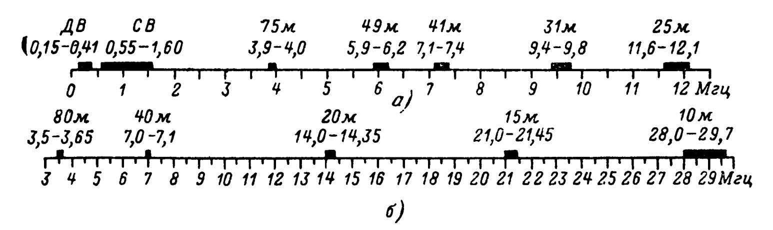


Рис. 1. Распределение радиовещательных (а) и любительских (б) диапазонов на оси частот.

Используя конвертерные приставки, подобные описанным ниже, радиолюбитель может значительно увеличить растяжку на коротких волнах, повысить чувствительность и стабильность приемника по частоте. Наконец, если ставится задача получить возможность приема станций в любительских диапазонах 80, 40, 20, 15 и 10 *м*, то конвертерная приставка позволяет решить и эту задачу. Следует, однако, учитывать, что в настоящее время для любительской связи все меньше и меньше применяется обычная амплитудная модуляция. Поэтому для приема станций, использующих другие, более эффективные виды модуляции, кроме смещения диапазона, в приставку приходится вводить еще специальные дополнительные устройства (телеграфный гетеродин и др.).

Растягивание коротковолновых диапазонов. Легко заметить, что для перекрытия средневолнового диапазона частота входного колебательного контура приемника должна измениться в

$$k_{\text{с.в}} = \frac{1600}{550} = 2{,}9,$$

где 1600 и 550 *кгц* — соответственно верхняя и нижняя частоты диапазона средних волн.

Перестройка по диапазону ведется обычно переменным конденсатором, обеспечивающим необходимое перекрытие. Однако если этот конденсатор подключить к коротковолновой катушке с такой индуктивностью, что при максимальной емкости колебательный контур оказывается настроенным на нижнюю частоту коротковолнового диапазона, то после выведения конденсатора на минимум емкости мак-

симальная частота окажется равной $f_{\text{макс.к.в}} = f_{\text{мин.к.в}}\, k = 3{,}9 \cdot 2{,}9 = 11{,}3$ *Мгц*.

Это означает, что при изменении емкости конденсатора от $C_{\text{мин}}$ до $C_{\text{макс}}$ перекрытие по частоте составит

$$11{,}3 - 3{,}9 = 7{,}4 \text{ Мгц}.$$

Длина шкалы для приемника с поступательным движением стрелки для всех диапазонов одинакова. При перестройке по диапазону средних волн приемник перекрывает

$$\Delta f = f_{\text{макс.с.в}} - f_{\text{мин.с.в}} = 1\,600 - 550 \approx 1\,050 \text{ кгц}.$$

Если длина шкалы равна 250 *мм*, то на каждый миллиметр шкалы приходится 4 *кгц*. При этом одна станция занимает на шкале приемника 2,5—3 *мм*. При полосе пропускания, равной 10—12 *кгц*, и хорошем верньерном устройстве настройка на станцию и разделение станций по шкале не составляют труда. Иное дело на коротких волнах. Перекрывая за один поворот 7 400 *кгц*, получаем цену деления шкалы 29,6 *кгц/мм*, а для участка 11,3—30 *Мгц* — даже 90 *кгц/мм*. Это означает, что на 1 *мм* шкалы приходятся в нижнем участке коротковолнового диапазона 2—3 станции, а в верхнем 7—8 станций.

Отсюда ясно, что настройка приемника чрезвычайно затрудняется и установка стрелки по шкале на желаемую КВ станцию практически невозможна.

Выходом из затруднения является искусственное «растягивание» узких радиовещательных участков коротковолнового диапазона на всю шкалу приемника различными методами. При этом можно получить любую желаемую степень «растяжки», т. е. любую цену деления шкалы, определяемую лишь размерами последней. Однако при использовании растянутых диапазонов для перекрытия всего коротковолнового спектра приходится значительно увеличивать число коротковолновых поддиапазонов приемника.

Для уменьшения числа диапазонов (чтобы упростить переключатель диапазонов) часто применяют так называемые «полурастянутые» диапазоны. Такое решение типично для приемников 2-го класса. Оно обеспечивает необходимый компромисс между удобством настройки и величиной участка КВ спектра, охватываемого за один поворот ротора переменного конденсатора.

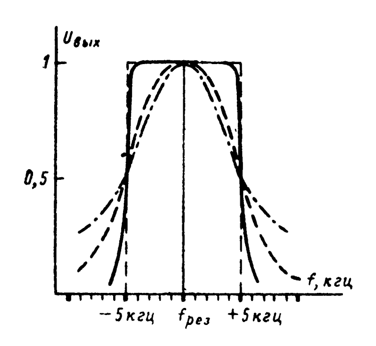


Рис. 2. Резонансные кривые приемных трактов с различной прямоугольностью и одинаковой полосой пропускания (на уровне 0,5).

Тракт усиления промежуточной частоты. Параметры усилителя промежуточной частоты почти полностью определяют избирательность приемника по соседнему каналу и полосу пропускания всего тракта.

В канале ПЧ осуществляется основное усиление радиосигнала, поступающего на вход приемника. При конструировании тракта ПЧ приходится вы-

бирать между противоречивыми требованиями высокой избирательности по соседнему каналу [1] и достаточной полосой пропускания, определяющей качество звучания приемника. Для удовлетворения обоим этим требованиям резонансная кривая тракта ПЧ должна представлять собой почти идеальный прямоугольник. Для получения подобных резонансных кривых необходимо применять специальные фильтры, которые не применялись в приемниках старых выпусков. Сейчас имеется большой ассортимент фильтров ПЧ с высокой прямоугольностью резонансной кривой. Далее будут рассмотрены некоторые схемы включения таких фильтров в канал ПЧ готового приемника.

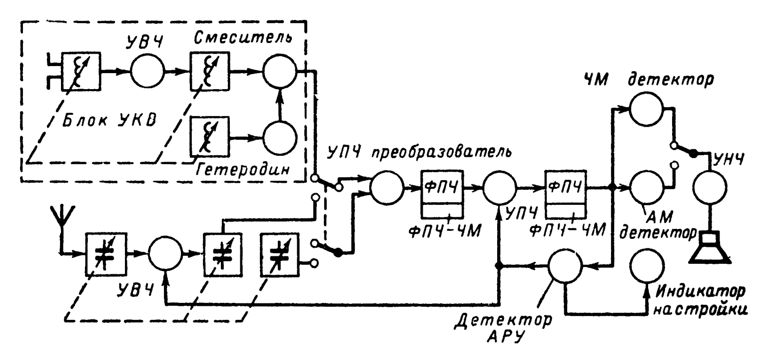


Рис. 3. Функциональная схема радиовещательного приемника.

Как известно, для супергетеродинного способа приема радиосигналов характерно наличие так называемого «зеркального канала», когда приемник способен принимать одновременно сигнал по двум каналам с частотой как выше, так и ниже частоты гетеродина приемника на величину промежуточной частоты. Один из двух каналов приема является рабочим [2], а второй — «зеркальным». Второй канал подавляется в приемнике для предотвращения сильных помех от станций, расположенных на частотах зеркального канала. Степень подавления зеркального канала определяется количеством контуров в приемнике, настроенных на частоту сигнала, и выбором номинала промежуточной частоты, причем подавление зеркального канала с повышением промежуточной частоты приемника возрастает. Повышение промежуточной частоты особенно важно, если в приемнике имеются поддиапазоны короче 25 *м*. В профессиональных связных приемниках для преодоления этих недостатков часто применяют двойное или даже тройное преобразование частоты и первую промежуточную частоту берут достаточно высокой (1—4 *Мгц*). Кроме хорошего подавления зеркального канала, это позволяет обеспечить большое усиление при высокой устойчивости.

Функциональные схемы радиоприемников. При стандартной промежуточной частоте (465 *кгц*) частота гетеродина на самых коротко-

---

[1] Избирательность по соседнему каналу определяется величиной ослабления сигнала при расстройке на 10 *кгц* относительно оптимума.

[2] Для радиовещательных приемников «рабочим» считают канал приема, расположенный ниже частоты гетеродина приемника.

волновых диапазонах получается высокой. Трудность обеспечения необходимой стабильности по частоте, слабое подавление зеркального канала и заметное влияние настройки входных контуров на частоту гетеродина — таковы основные недостатки приемника, построенного по схеме на рис. 3.

На рис. 4 приведена функциональная схема связного приемника, позволяющая избавиться от указанных недостатков. Фиксированная

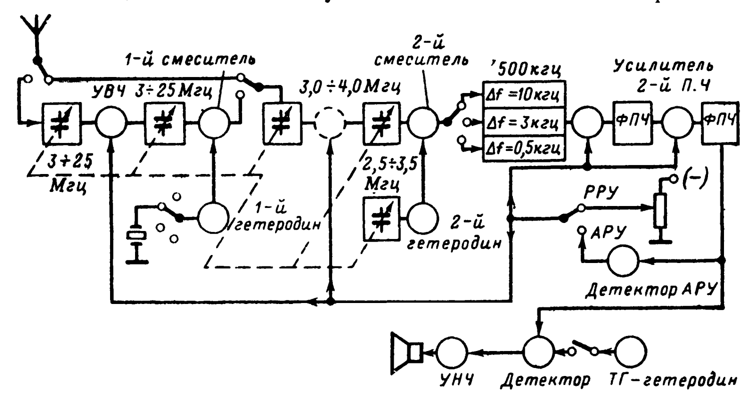


Рис. 4. Функциональная схема связного приемника с двойным преобразованием.

частота первого гетеродина берется ниже приходящих сигналов на величину первой промежуточной частоты. Первая промежуточная частота изменяется в пределах 3—4 *Мгц*. Частота второго гетеродина при этом меняется в пределах 2,5—3,5 *Мгц*, что позволяет после второго преобразования получить вторую фиксированную промежуточную частоту, равную 500 *кгц*. В канале второй ПЧ ведется регулировка полосы пропускания.

При переходе на диапазон 3—4 *Мгц* первый гетеродин отключается и прием ведется с одним преобразованием. В подобных приемниках предусмотрены режимы АРУ и ручной регулировки усиления ВЧ каскадов, возможность приема незатухающих колебаний, высококачественный механизм настройки, барабанные переключатели, высокостабильные радиодетали и многое другое. Количество ламп в таких приемниках достигает 20—30, а диапазон 1,5—25 *Мгц*. Недостатками схемы рис. 4 с точки зрения радиолюбителя являются необходимость ставить многосекционный блок переменных конденсаторов (5—8 секций), сложность сопряжения, а также использование двух гетеродинов, приводящее к возникновению комбинационных свистов в диапазоне приемника.

Анализ недостатков приемника

Объективная оценка качества приемника и выявление недостатков в его работе при наличии соответствующей измерительной аппаратуры сводятся к измерению его основных параметров. При отсутствии такой аппаратуры оценить качество приемника значительно труднее. Можно, однако, дать рекомендации и для этого случая.

Чувствительность приемника можно считать достаточной, если при подключении антенны слышен громкий щелчок и наблюдается значительное возрастание шумов. Такую проверку следует производить на свободном от станций участке диапазона. Приемники с чувствительностью лучше 50 *мкв* должны давать заметный собственный шум (шипение), который должен быть достаточно отчетливо слышен при установке регулятора тембра в положение максимального усиления высоких звуковых частот, а регулятора полосы пропускания — на максимальную полосу. Антенна при этом должна быть отключена. Вращая ручку настройки, необходимо пройти один за другим все поддиапазоны. Обычно на высокочастотном участке каждого поддиапазона чувствительность возрастает и собственный шум (шипение) слышен несколько громче. Уровень шума удобно оценивать, контролируя его одновременно на слух и визуально по показаниям тестера, измеряющего переменное напряжение на звуковой катушке громкоговорителя (или на гнездах для подключения дополнительного громкоговорителя).

Записав полученные результаты, подключают к приемнику антенну и снова проходят по всем диапазонам из конца в конец. Такую проверку удобнее делать в 7—8 *ч* вечера, когда становятся хорошо слышны станции, работающие на волнах от 25 *м* до длинных волн. Если в приемнике имеются диапазоны волн короче 25 *м*, их следует проверять по станциям в дневное время. Провалы чувствительности в отдельных участках шкалы говорят о возможном нарушении сопряжения. Низкая общая чувствительность заставляет подозревать, что нужна замена ламп или подстройка контуров ПЧ. Наконец, заметное падение чувствительности на самом коротковолновом диапазоне приемника (иногда полное пропадание приема) говорит о необходимости замены лампы преобразователя или, если это не помогает, о плохой работе переключателя диапазонов.

Избирательность приемника по соседнему каналу можно оценить, отмечая, на сколько килогерц приходится сдвигать стрелку по шкале, чтобы слышимость принимаемой станции полностью пропала. Для такой проверки следует выбрать диапазон, где на 1 *мм* шкалы приходится не более 10 *кгц*, и найти в диапазоне отдельно стоящую станцию. Необходимое условие — на шкале должно быть свободное от помех место по обе стороны от контрольной станции.

Удобно вести проверку избирательности, слушая без антенны мощную местную средневолновую станцию. Контролируя по теневому сектору индикатора настройки приемника уровень приходящего сигнала, следует убедиться, что он достигает средних значений. Если же теневой сектор индикатора настройки обращается в линию, уровень слишком велик, приемник перегружен и оценки неверны.

При проведении измерений на длинных волнах часто получают завышенный результат, так как полоса пропускания длинноволновых входных контуров с понижением частоты начинает оказывать заметное влияние на общую полосу пропускания приемника, сужая ее.

Следует отметить, что наличие в приемнике системы автоматической регулировки усиления уменьшает точность проводимых измерений. Измеряя избирательность по звуковому напряжению, для повышения точности, можно отключить АРУ, замыкая на корпус напряжение на конденсаторе фильтра АРУ [1].

---

[1] Применимо при наличии резисторов автоматического смещения в катодах ламп, управляемых системой АРУ.

При высокой избирательности по соседнему каналу необходимая для пропадания сигнала расстройка составляет 10—12 *кгц*. При низкой избирательности расстройка может достигать 30 *кгц* и более. Если прямоугольность резонансной кривой гракта ПЧ высокая, то сначала, по мере ухода в сторону, уровень сигнала остается неизменным и появляются значительные искажения, после чего сигнал сразу исчезает (АРУ при измерении отключено). При малой крутизне скатов резонансной кривой (малой прямоугольности) уровень сигнала падает при расстройке постепенно и искажения сравнительно невелики.

Избирательность по зеркальному каналу может быть оценена без приборов лишь в приемниках с обзорным КВ диапазоном (25—75 *м*) или полурастянутыми диапазонами. В приемнике с растянутыми диапазонами зеркальный канал оказывается за шкалой. Однако это не означает, что такой приемник менее восприимчив к помехам по зеркальному каналу.

Зеркальный канал приема всегда сдвинут относительно основного на величину, равную удвоенной промежуточной частоте. Для радиовещательных приемников, у которых частота гетеродина обычно выше частоты сигнала, помехи по зеркальному каналу обнаруживаются ниже по частоте, чем основная настройка. Так, станции диапазона 25 *м* (12 000 *кгц*) слышны также на частоте

$$f_{\text{зерк}} = 12\,000 - 2 \cdot 465 \text{ кгц} = 11\,070 \text{ кгц},$$

т. е. в приемнике с полурастянутым диапазоном 25—31 *м* одни и те же станции слышны в двух местах шкалы. Чем сильнее подавляется зеркальный канал, тем меньше уровень сигнала станции 25 *м*, слышимой одновременно в районе 27,1 *м*. Сравнение уровней можно вести визуально по индикатору настройки приемника или более точно, измеряя вольтметром с высоким внутренним сопротивлением (более 10 *ком/в*) напряжение АРУ при настройке на одну и ту же станцию на основном и зеркальном каналах.

Если подавление зеркального канала отсутствует (т. е. станции слышны по обоим каналам одинаково), то необходимо подстроить входные контуры. Подобные явления встречаются у приемников без УВЧ в высокочастотной части шкалы коротковолнового диапазона.

Стабильность частоты настройки приемника понижается с повышением частоты. Проверку стабильности начинают на худшем участке, т. е. в самой коротковолновой части шкалы. Предварительно прогретый в течение 1 *ч* приемник настраивают на максимальную слышимость какой-либо станции в упомянутом участке шкалы. Через некоторое время (5—15 *мин* в зависимости от стабильности) слышимость станции ухудшается и появляются искажения. Если небольшой подстройкой приемника удается снова получить прежнее качество приема, значит изменилась частота гетеродина. Если же подстройка не помогла, то имело место замирание (фединг) или селективный фединг[1]. В этом случае прием через несколько секунд восстанавливается сам. При измерении стабильности весьма желательно контролировать тестером напряжение сети. Резкий уход настрой-

---

[1] При селективном фединге громкость не меняется, но на короткое время появляются заметные искажения (хрипы) из-за изменения соотношения уровня несущей и уровней боковых полос АМ сигнала.

ки на контрольную станцию при изменении напряжения сети говорит о необходимости улучшить стабилизацию анодного напряжения гетеродина. Медленный уход (10—30 *сек*) говорит о влиянии на частоту изменения режима накала лампы гетеродина. После каждого ухода частоты приемник снова настраивают на контрольную станцию и замечают по шкале, на сколько килогерц пришлось передвинуть стрелку, чтобы вернуться к первоначальной частоте.

Стабильность частоты зависит также от надежной работы переключателя диапазонов. Настроившись на станцию, переключают приемник на любой другой диапазон, а затем снова переключают на нужный диапазон. Если станция снова слышна, как и прежде, переключатель работает хорошо. Такую проверку повторяют несколько раз.

Степень растяжки коротковолновых диапазонов оценивается визуально по шкалам приемника. Достаточной растяжкой можно считать 10—20 *кгц/мм* для шкал с линейным движением стрелки и 3—5 *кгц/град* для шкал с круговым движением.

Многие связные приемники старых выпусков градуировались в так называемых «фиксированных волнах». Пересчет такой градуировки в килогерцы производится умножением на коэффициент 25. Так, фиксированная волна 150 соответствует частоте 150·25=
=3 750 *кгц*.

Точность работы механизма настройки может быть оценена следующим образом. На одном из низкочастотных диапазонов, где нестабильностью частоты можно пренебречь и цена деления получается достаточно удобной, настраиваются на контрольную станцию, подводя стрелку к нужной точке шкалы, например, слева. Полученную контрольную точку отмечают чернилами на шкале, затем стрелку перегоняют на правую сторону шкалы и медленно подводят с правой стороны к контрольной точке до момента точной настройки по индикатору, не переходя момента точной настройки. Если стрелка встала на ранее отмеченную точку, работа механизма настройки удовлетворительна. Если же между первой и второй настройками на одну и ту же станцию видна заметная разница на шкале, механизм настройки не обеспечивает достаточной точности и нуждается в регулировке.

Точность градуировки шкалы приемника проверяется путем приема станций с известной частотой и сравнением их положения на шкале с имеющейся градуировкой. Если частота станции неизвестна, то следует воспользоваться тем, что многие станции в начале и конце своих регулярных передач объявляют свою рабочую частоту или длину волны. Последняя должна быть пересчитана в частоту, так как определение длины волны с точностью до сотых долей метра по шкале неудобно.

Эффективность АРУ ламповых приемников удобнее всего оценить, сравнивая работу индикатора настройки при приеме станций на разных диапазонах. Обычно теневой сектор индикатора сходится в линию при подаче отрицательного напряжения 3—8 *в* на управляющую сетку индикатора. Это напряжение снимается с цепи АРУ, и его величина характеризует поэтому эффективность АРУ. Если индикатор плохо реагирует (или совсем не реагирует) на приходящий достаточно сильный сигнал, система автоматической регулировки усиления мало эффективна. В таком приемнике приходящий полезный сигнал плохо подавляет посторонние шумы и периодические колебания (замирания) уровня сигнала особенно ощутимы.

В заключение необходимо отметить, что хотя проверка и подстройка радиоприемника без специальных приборов (сигнал-генератор и др.) вполне возможны, качество проделанной работы получается невысоким, а затраты времени — большими. Проверку и оценку работы без приборов правильнее считать лишь предварительными. В дальнейших главах книги описание процедуры настройки ведется в расчете на использование необходимых по ходу дела измерительных приборов, которые, как правило, имеются в лабораториях радиоклубов ДОСААФ.

Выбор способа улучшения приемника

Если приемник проработал много лет, то почти все его основные параметры, как правило, ухудшаются. Потеря эмиссии лампами, изменение магнитных свойств сердечников, окисление трущихся контактов — все это приводит к ухудшению работы приемника.

Первое, что необходимо сделать, — это поставить заведомо хорошие лампы и, если параметры приемника все еще не соответствуют норме, произвести обычными методами полную подстройку приемника, регулировку, чистку и смазку трущихся частей и замену изношенных узлов и деталей.

Измерение основных параметров приемника с помощью сигнал-генератора до и после этой операции позволит оценить результативность проделанной работы.

Покаскадная проверка и подстройка ведутся с выхода ко входу и от более высоких частот к более низким. При подстройке сопряжения следует ориентироваться на точки сопряжения, нанесенные на шкалах многих приемников.

Хотя проведение подстройки приемника с целью доведения до нормы его параметров требует определенного опыта, такая подстройка весьма желательна. Компенсация, например, недостаточной чувствительности (или других основных параметров) путем изготовления сложной приставки — гораздо более трудоемкий путь, невыгодный также и с экономической точки зрения.

Но вот приемник подстроен и его параметры соответствуют заводским нормам. Анализируя недостатки приемника согласно данным рекомендациям, можно наметить следующие пути его улучшения:

1) замена имеющихся в приемнике ламп более высококачественными (это связано с переделкой приемника);

2) стабилизация питания;

3) изготовление приставок.

Последний способ наиболее эффективен и позволяет значительно повысить класс приемника. Выбор подходящего способа в значительной мере определяется индивидуальными запросами и возможностями владельца приемника. В общем случае чем хуже и ниже классом исходный приемник, тем сложнее и совершеннее должна быть приставка к нему для компенсации всех его недостатков.

Общая низкая чувствительность на всех диапазонах может быть улучшена добавлением дополнительного каскада УПЧ или апериодического УВЧ. Добавление резонансного УВЧ заметно увеличивает чувствительность на самых коротких волнах и улучшает подавление зеркального канала.

Если стабильность приемника на самых коротких волнах недостаточна, а на более длинных удовлетворительна, следует сделать

конвертер, который одновременно позволит добавить недостающие диапазоны и увеличить степень растяжки. Если же стабильность и растяжка на всех диапазонах удовлетворительны, но наблюдается падение чувствительности на самых коротких волнах, оптимальным решением будет добавление резонансного УВЧ.

Избирательность приемника можно улучшить, вводя готовый фильтр в канал ПЧ, причем это можно сделать даже если средняя частота фильтра не совпадает с номиналом ПЧ для данного приемника. Для улучшения качества звучания дополнительные каскады включаются в тракте низкой частоты.

Макетирование. Выбрав тип приставки, которую предполагается собрать, желательно сначала сделать работающий макет. Настроенный макет приставки подключается к приемнику и проверяется в работе путем приема одной и той же радиостанции с приставкой и без нее. При этом отчетливо выявляется, насколько выбранная схема эффективна и обеспечивает ли она то, что от нее ожидалось.

Шасси макета в зависимости от особенностей схемы можно изготовить из белой жести, листовой латуни, фольгированного гетинакса или стеклотекстолита. Боковые стенки коробчатого шасси соединяют с горизонтальной частью с помощью винтов, гаек и угольников. Если шасси изготовляется из жести или тонкой латуни (0,1—0,2 *мм*), то сначала делается ножницами выкройка, боковые стенки отгибаются и пропаиваются по швам паяльником мощностью 90 *вт*. В нужных местах впаиваются экранирующие перегородки с вырезами для ламповых панелек. Шасси из фольгированного стеклотекстолита собирается на угольниках фольгированной стороной внутрь. Швы при необходимости пропаиваются в нескольких точках. При установке монтажной опорной точки на стеклотекстолит слой фольги в этом месте срезается ножом. В конструкции шасси макета должны быть стенки для крепления необходимых тумблеров, регуляторов и разъемов. В качестве разъемов на макете удобно использовать панельки октальных ламп, в которые вставляются штырьки от разъемов типа ШР. Стоит придерживаться однообразной нумерации штырьков корпуса, анода, накала и пр. Это облегчает ориентировку при монтаже и настройке. Удобно иметь также заранее заготовленные куски монтажного провода (50—60 *см*) разных цветов с заделанными на концах штырьками разъемов ШР.

Глава вторая

ПРИСТАВКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВХОДНОЙ ЧАСТИ ПРИЕМНИКА

Блок согласования с антенной

Вопросам согласования входа приемника с антенной следует уделять большое внимание, поскольку хорошее согласование позволяет увеличить реальную чувствительность и улучшить подавление зеркального канала. Если связь с антенной сделать переменной, то появится возможность регулировки усиления по входу, что весьма полезно при наличии мощных мешающих станций.

Как известно, провод антенны обладает распределенной емкостью, индуктивностью и активным сопротивлением. Можно на-

строить в резонанс антенный контур, в который входят распределенные L, C и R провода и катушки связи, с входным контуром приемника. Если катушку связи сделать переключаемой, то получить резонанс в антенном контуре несложно. Антенный и входной контуры приемника образуют двухконтурный фильтр с большим коэффициентом передачи по напряжению. Полоса такого фильтра невелика, но достаточна для растянутого КВ диапазона. В диапазонах же с большим перекрытием (1,5—3,0 раза) перестройка антенного контура неудобна. Если оставлять резонансную частоту антенного контура не-

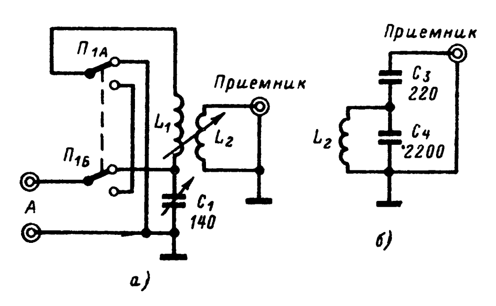


Рис. 5. Блок согласования с антенной на диапазон 5,9—12,1 Мгц.

изменной, то коэффициент передачи и чувствительность приемника в пределах диапазона получаются слишком неравномерными. Для улучшения равномерности коэффициента передачи в диапазонах ДВ, СВ и обзорном КВ резонансную частоту антенного контура выносят за диапазон (обычно ниже) путем соответствующего выбора индуктивности катушки связи.

Между катушкой связи и антенной может быть включено специальное согласующее устройство, позволяющее настраивать антенную цепь в резонанс с частотой сигнала. Применение блока согласования с антенной позволяет несколько увеличить реальную чувствительность, повысить избирательность по зеркальному каналу и получить дополнительную регулировку усиления по высокой частоте. При этом, например, улучшение подавления зеркального канала в диапазоне 31 *м* (9,5 *Мгц*) достигает величины 15 *дб* (5,6 раза).

Вариант принципиальной схемы блока согласования с антенной приведены на рис. 5. Антенная цепь может быть настроена переменным конденсатором C_1 на последовательный или параллельный резонанс. Регулируя степень связи, согласование с входным контуром можно сделать оптимальным. Переключатель $П_1$ (для переключения на последовательный или параллельный резонанс) позволяет использовать приставку практически с антеннами любой длины. Катушка L_2 подключается ко входу приемника с помощью короткого отрезка экранированного провода. Связь между L_1 и L_2 можно изменять посредством изменения расстояния между катушками. Вариант схемы (рис. 5) дает лучшее согласование, если приемник имеет низкое входное сопротивление. Для приемников с более высоким входным сопротивлением лучший результат можно получить, увеличив количество витков L_2 в 2—3 раза. Какой из вариантов целесообразно использовать, определяют опытным путем по уровню сигнала.

Приставка рассчитана на работу в диапазоне 5,9—12,1 *Мгц*. Если приставку надо использовать для приема любительских станций, то ее диапазон можно расширить введением в схему переключаемых катушек. Схема такого варианта с диапазоном 3,4—30 *Мгц* приведена на рис. 6. Конструктивно блок согласования представляет собой закрытую экранированную коробку (75×120×250 *мм*) из немагнитного металла, в которую помещены три пары катушек диаметром 24 *мм*, переменный конденсатор и все остальные детали схемы. Неподвижные катушки L_1, L_3 и L_5 (72, 20 и 4 витка) расположены на одной оси. Катушки L_2, L_4 и L_6 (20, 12 и 2 витка) закреплены на

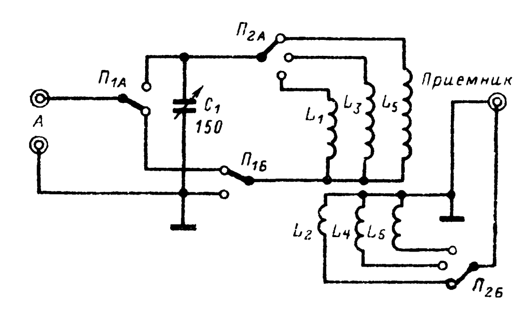


Рис. 6. Блок согласования с антенной на диапазон 3,4—30,0 Мгц.

оси из изолирующего материала так, что при вращении ее подвижные катушки входят в зазоры между неподвижными. Передний конец оси выходит из коробки и на нем закреплена ручка регулировки степени связи. На задней стенке находятся гнезда для подключения антенны и коаксиальный разъем для подключения блока к приемнику. Блок согласования включается между антенной и приемником. Включив соответствующий КВ диапазон, находят станцию по шкале приемника и подстраивают C_1 на максимум громкости. В зависимости от длины антенны и диапазона лучшие результаты могут быть получены либо при параллельном, либо при последовательном резонансе. Правильным является то положение $П_1$, при котором при резонансе получается больший уровень сигнала.

Апериодические УВЧ

Применение дополнительных апериодических УВЧ оправдано в тех случаях, когда у приемника мало общее усиление. Чрезвычайная простота схемы и ее довольно высокие усилительные свойства можно считать достоинством такого решения. К недостаткам следует отнести повышение чувствительности приемника к помехам типа «перекрестная модуляция»

Выбор усилительного элемента и сопротивления анодной (коллекторной) нагрузки определяется рабочим диапазоном и потреблением по цепям питания. В общем случае такой усилитель должен обеспечивать усиление в 6—10 раз во всем рабочем диапазоне приемника, т. е. усилитель должен быть широкополосным. Необходимая

широкополосность может быть достигнута использованием усилительного электронного или полупроводникового прибора с высокой крутизной.

Приставка (рис. 7) собрана на лампе с высокой крутизной типа 6Ж9П и в диапазоне 0,1—13 *Мгц* обеспечивает усиление в 10 раз. Ее питание осуществляется от выпрямителя приемника, если можно допустить дополнительную нагрузку 0,3 *а* для питания цепи накала и 18 *ма* (при напряжении 200 *в*) для питания цепи анода. Питание на приставку подается через специально изготовленную переходную

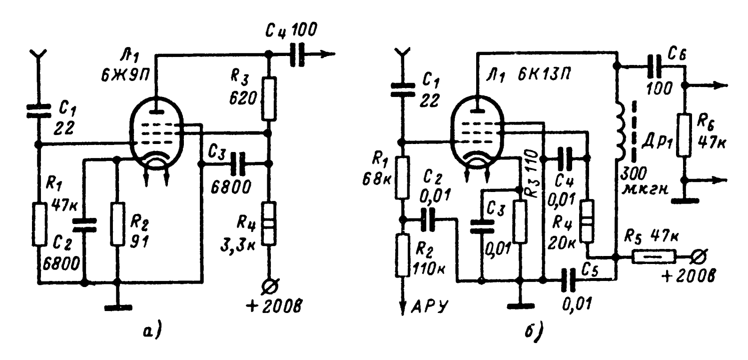


Рис. 7. Апериодические УВЧ.

колодку, включаемую между ламповой панелькой и цоколем выходной лампы приемника

Апериодический УВЧ можно охватить АРУ, что будет способствовать уменьшению перегрузок приемника при сильных сигналах. В этом случае следует использовать лампу с переменной крутизной типа 6К13П.

Налаживать усилитель надо начинать с проверки правильности монтажа и отсутствия короткого замыкания в цепи накала при вынутой лампе и в цепи анода при вставленной лампе. Проверка ведется с помощью тестера на пределах ×10 *ом* или ×100 *ом*. Затем на приставку подается напряжение накала и после прогрева лампы анодное напряжение. Миллиамперметр, включенный в разрыв анодной цепи, должен показать величину тока около 18 *ма*. Слишком малый или слишком большой ток свидетельствует о недоброкачественности лампы или несоответствии номиналов резисторов указанным в схеме. Напряжение смещения, измеряемое на катоде лампы относительно корпуса, должно быть 1,5—1,6 *в*. Анодное и экранное напряжения измеряются непосредственно на электродах лампы и должны быть около 140 *в*. После этих проверок на вход усилителя от сигнал-генератора подается напряжение высокочастотного сигнала, равное 0,1 *в*. Измеренное на выходе напряжение должно быть 1,0 *в*. Измерение ведется с помощью лампового вольтметра, частотный диапазон которого соответствует частотному диапазону приемника (например, В3-12).

Убедившись в отсутствии самовозбуждения (плавное уменьшение входного сигнала до нуля вызывает такое же уменьшение вы-

ходного сигнала), необходимо снять частотную характеристику усилителя при отключенном входе приемника. После проверки усилителя во всем диапазоне частот приемника надо соединить вход приемника с выходом усилителя и сравнить по показаниям лампового вольтметра, как изменяется выходное напряжение при отключении и подключении входа приемника к выходу усилителя. После проведения всех указанных измерений и снятия частотной характеристики приставку можно опробовать на приеме слабых станций.

Резонансные усилители высокой частоты

Добавление к приемнику низкого класса резонансного усилителя высокой частоты (преселектора) улучшает такие важные параметры приемника как избирательность по зеркальному каналу, чувствительность и величина динамического диапазона. Действие АРУ становится значительно эффективнее, когда напряжение АРУ подводится к каскаду УВЧ. Если усиление приемника таково, что при полностью введенном регуляторе громкости уже прослушивается собственный шум, то наличие резонансного УВЧ резко улучшает отношение сигнал/шум при неизменном уровне полезного сигнала.

Резонансный УВЧ может быть выполнен в виде приставки к приемнику и либо иметь автономный блок питания, либо получать все необходимые напряжения от выпрямителя приемника. Для лампового УВЧ следует выбрать лампу с переменной крутизной, чтобы можно было подать на каскад УВЧ напряжение АРУ. Для использования в резонансном УВЧ можно применить лампы 6К4П, 6К13П, 6К1Б, а также 6Ж2П, 6Ж10П и 6Ж10Б.

В основу построения схемы должны быть положены следующие соображения. Чем больше крутизна лампы, тем меньше собственный шум приемника при заданном уровне полезного сигнала. Вместе с тем с увеличением крутизны возрастает также склонность усилителя к самовозбуждению. Усиление, даваемое каскадом, при прочих равных условиях прямо пропорционально крутизне. Но излишнее усиление не нужно и даже вредно, так как оно способствует появлению так называемых комбинационных свистов, типичных для супергетеродинного приемника. Усиление резонансного УВЧ с учетом всех приведенных соображений выбирается равным 10—20. При хороших лампах и на сравнительно невысоких частотах легко получается усиление порядка 100—150 и более. В таких случаях усиление желательно снизить уменьшением коэффициента включения входных контуров, коэффициента включения выходного контура, напряжения на экранной сетке или шунтированием контуров активными сопротивлениями, т. е. снижением добротности контуров.

Рассмотрим возможность построения различных вариантов блок-схемы приставки резонансного УВЧ. Исходя из возможностей конструктора, можно положить в основу конструкции либо схему с блоком переменных конденсаторов (сдвоенным или строенным) и одной-двумя лампами, либо схему, где контуры не перестраиваются внутри каждого диапазона, а имеют фиксированную настройку. Переход с диапазона на диапазон в обоих случаях производится с помощью переключателя.

Первый вариант схемы сложнее в изготовлении, так как требует установки блока, шкалы и верньера. Настройка такой приставки также более трудоемка, так как необходимо провести сопряжение кон-

туров. В эксплуатации приходится настраивать как приемник, так и приставку, т. е. появляется дополнительная ручка управления. Однако, несмотря на все эти недостатки, приставка, выполненная по такой схеме, позволяет получить значительно лучшие результаты, чем приставка, построенная по схеме с фиксированной настройкой контуров. Кроме того, применение перестраиваемых контуров является единственно возможным решением при большом (2—3 раза) перекрытии по входу. Речь идет о работе в диапазоне длинных и средних волн, а также об обеспечении перекрытия обзорного коротковолнового диапазона. Возможные варианты построения блок-схемы приставки с переменным конденсатором приведены на рис. 8.

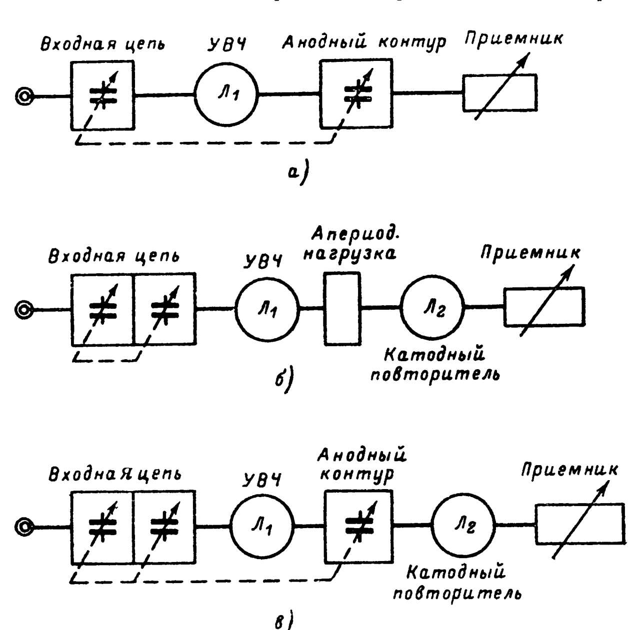


Рис. 8. Варианты блок-схемы преселектора с конденсаторами переменной емкости.

Вариант (рис. 8, *а*) является наиболее простым; он позволяет получить максимальную чувствительность и применить сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости. Следует, однако, иметь в виду, что в наиболее неблагоприятных условиях с точки зрения воздействия внешних помех находится первая лампа (транзистор) приемного тракта. Одноконтурная входная цепь не обеспечивает достаточной избирательности, а следовательно, и необходимой помехоустойчивости. В то же время увеличение избирательности до первого нелинейного элемента (электронного усилительного прибора) существенным образом улучшает эффективную избирательность радиоприемника и поэтому весьма желательно.

Во многих случаях целесообразно выполнить входную цепь двухконтурной, хотя при этом усложняется конструкция преселектора, возрастают потери в контурах и ухудшается чувствительность. Учитывая высокие усилительные свойства современных ламп и транзисторов, которые в значительной мере компенсируют потери во входной цепи преселектора, вариант (рис. 8, *б*) следует признать оправданным, особенно для транзисторного преселектора. Катодный или эмиттерный повторитель, включенный на выходе приставки, снижает выходное сопротивление преселектора, устраняет влияние емкости провода, соединяющего приемник с преселектором, и уменьшает возможность попадания сигнала прямо на вход приемника, минуя преселектор. Вариант (рис. 8, *в*) позволяет получить еще более высокую избирательность.

При использовании приставки-преселектора только на растянутых коротковолновых участках вещательного КВ диапазона можно использовать более простые по конструкции контуры с фиксированной настройкой.

Все рассуждения о схемах, описанных выше, применимы и к схемам с фиксированной настройкой. Следует лишь отметить, что при настройке двухконтурных полосовых фильтров удается получить резонансную кривую преселектора с плоской вершиной и крутыми скатами, если выбрать связь между контурами фильтра несколько больше критической. Такая форма кривой способствует улучшению равномерности усиления в полосе пропускания и лучшему подавлению помех, частоты которых находятся вне полосы пропускания преселектора. Связь первого контура с антенной не должна быть больше критической, так как, несмотря на некоторое возрастание чувствительности, существенно падает эквивалентная добротность первого контура из-за вносимого сопротивления антенны.

При использовании малошумящих ламп и контуров с высокой добротностью можно улучшить чувствительность приемника при неполном включении сетки лампы в сеточный контур. Такое включение повышает стабильность, уменьшает шунтирование лампой сеточного контура и расстройку контуров при смене ламп. Следует отметить, что входное сопротивление ламп довольно резко падает с повышением частоты. Так, лампа 6К13П на частоте 4 *Мгц* имеет входное сопротивление 750 *ком*, а на частоте 40 *Мгц* 7,5 *ком*. Уменьшение эффекта шунтирования при неполном включении становится особенно важным при повышении частоты. Неполное включение контура в цепи сетки можно осуществить либо путем намотки катушки контура с отводом (автотрансформаторное включение), либо путем использования емкостного делителя.

Практический вариант преселектора приведен на рис. 9, *а*. Схема выполнена на триод-пентоде 6Ф1П. На входе УВЧ включен двухконтурный полосовой фильтр. Конденсатор C_3 служит элементом связи между первым и вторым контурами (с увеличением емкости связь уменьшается). Диапазон преселектора с блоком конденсаторов по 365 *пф* на секцию получается равным 3,9—12,1 *Мгц*. Усиление каскада регулируется потенциометром R_5. Триодная часть лампы работает в качестве катодного повторителя. Катодный ток повторителя протекает по катушке связи приемника. Если в антенной цепи приемника имеется разделительный конденсатор, то выход преселектора следует сделать по схеме рис. 9, *б*.

Приставка собрана на горизонтальном металлическом шасси с передней панелью. Ось конденсатора не должна иметь электрического контакта с передней панелью.

Налаживание приставки сводится к настройке контуров в резонанс, сопряжению их в двух точках диапазона и подбору степени связи между контурами. Настройка контуров в низкочастотном конце производится сердечниками, а в высокочастотном — подстроечными конденсаторами. Связь, определяемая емкостью конденсатора C_3, подбирается такой, чтобы коэффициент передачи достигал значения 2—3. Для измерения коэффициента передачи входной цепи на антенное гнездо преселектора подается полное напряжение ГСС через эквивалент антенны. Ламповым вольтметром измеряется ВЧ напряжение на сетке лампы УВЧ. Коэффициент передачи показывает, во

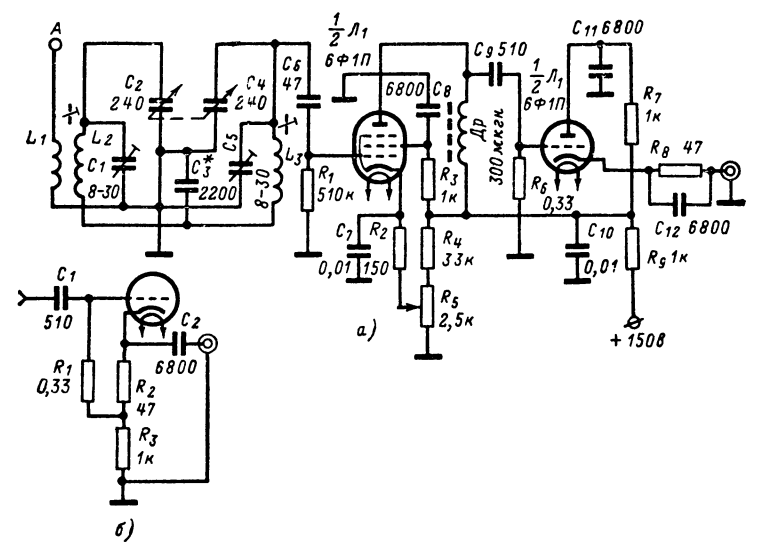


Рис. 9. Схема преселектора с двухконтурным полосовым фильтром на входе.

сколько раз напряжение на сетке больше, чем напряжение на антенном гнезде. При измерении этого параметра напряжения питания на лампу не подаются, так как в этом случае может возникнуть сеточный ток из-за большого уровня сигнала. Сеточный ток нагружает контуры и искажает результаты измерений.

При проверке усиления приставки без нагрузки (без приемника) ГСС подключается ко входу через эквивалент антенны, а выходное напряжение ВЧ измеряется на выходном гнезде приставки, которое на время измерения следует соединить с корпусом через дроссель индуктивностью 300—500 *мкгн*. Коэффициент усиления должен быть в пределах 10—15 при $U_{вых}=0{,}5$ *в*. Входное напряжение отсчитывается по аттенюатору ГСС. Если приставка настроена правильно, то при ее подключении к приемнику должно быть отчетливо слышно возрастание собственного шума приемника при совпадении настроек приставки и приемника (антенна должна быть отключена).

Для приема любительских станций весьма эффективным оказы-

вается введение регенерации во входной контур. Эквивалентная добротность контура при этом возрастает в десятки раз. Применение регенеративных преселекторов особенно эффективно на самых коротковолновых любительских диапазонах, где все параметры приемников резко ухудшаются. Схема однолампового регенеративного преселектора на диапазон 7—30 *Мгц* приведена на рис. 10.

Схема отличается от схемы рис. 9 наличием регулируемой обратной связи и тем, что вход выполнен одноконтурным. Степень положительной обратной связи регулируется конденсатором C_1. Индуктивную связь с антенной желательно сделать регулируемой, для того

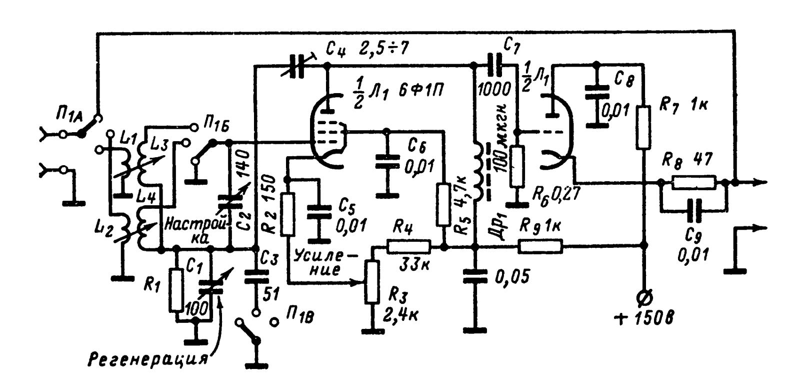


Рис. 10. Регенеративный преселектор.

чтобы можно было ослаблять уровень входных сигналов и работать с антенной, полное сопротивление которой изменяется в широких пределах. При малых сигналах режим регенерации более устойчив.

Налаживание преселектора начинается с проверки и «укладки» диапазонов. Диапазоны преселектора должны быть 7—14,5 и 14,0—30,0 *Мгц*. Затем преселектор подключается к любительскому связному приемнику, настроенному на 28 *Мгц*. Включив телеграфный гетеродин и вращая конденсатор C_2, надо обнаружить громкий свист, свидетельствующий о наличии генерации в преселекторе. Если генерация не прослушивается, следует несколько уменьшить емкость конденсатора C_1 и повторить процедуру. Если генерации все же не возникает, надо несколько изменить емкость конденсатора C_4. После того как генерация появилась, ротор конденсатора C_1 ставится в положение минимальной емкости и тщательно подстраивается емкость конденсатора C_4, чтобы генерация возникала только в этом положении. Затем приемник и приставка перестраиваются на 21 *Мгц*. При этом должно обнаружиться, что для срыва генерации емкость конденсатора C_1 надо увеличить. После этого проверяется работа приставки на втором диапазоне. Приемник и преселектор переключаются на диапазон 7—14,5 *Мгц* и проверяется работа на этом диапазоне. Если плавный подход к порогу генерации (и отход от него) не получается, надо несколько изменить емкость конденсатора C_3.

Конструктивно регенеративный преселектор выполняется на алюминиевом шасси с передней панелью размерами 120×160 *мм*. На панель выведены ручка настройки, регулировка связи с антенной, усиление, регулировка регенерации и переключатель диапазонов. Переключатель и конденсатор C_1 установлены в подвале шасси. Регулировка связи с антенной аналогична по конструкции описанной в разделе, посвященном блоку согласования с антенной. На задней стенке шасси размещаются разъемы входа, выхода и питания. Все катушки выполнены на полистироловых каркасах диаметром 19 *мм* без сердечников. Катушки намотаны в один слой проводом 0,5 *мм* с таким шагом, чтобы на 1 *см* длины каркаса приходилось 6 витков.

Так как при подходе к порогу генерации полоса входного контура получается весьма узкой, для настройки желательно использовать верньер с небольшим замедлением.

Для успешной работы с преселектором нужен некоторый навык. Как и для других схем, где используется регенеративный принцип, в данном преселекторе наблюдается взаимное влияние одних органов регулировки на другие. Так, например, уменьшение связи с антенной может привести к генерации, для срыва которой нужно подрегулировать емкость конденсатора C_1.

Конвертеры

Конвертером принято называть приставку к приемнику, в состав которой входит преобразователь частоты. Конвертер позволяет производить преобразование одной частоты сигнала в другую, более удобную для приема.

Конвертеры применяются в случаях, когда нужный диапазон волн оказывается вне рабочего диапазона приемника и когда степень растяжки в имеющемся диапазоне оказывается недостаточной.

Для приемников, имеющих только диапазоны средних и длинных волн, часто делают конвертеры, которые позволяют вести прием в коротковолновом диапазоне. Принцип работы преобразователя частоты конвертера совершенно аналогичен принципу работы преобразователя радиовещательного приемника. Отличие состоит в выборе значения промежуточной частоты конвертера. Конвертер совместно с приемником, к которому он подключается, образует комбинированный радиоприемник с двойным преобразованием частоты.

Рассмотрим возможные варианты выбора блок-схемы конвертерной приставки для приема станций коротковолнового диапазона.

По принципу построения блок-схемы конвертеры можно разделить на категории. К первой категории относятся конвертеры, не имеющие органа плавной настройки. Перестройка внутри каждого диапазона ведется приемником. Для таких конвертеров необходимо тщательно выбирать пределы изменений промежуточной частоты, с тем чтобы в соответствующем участке шкалы приемника не оказалось мощных мешающих станций Фиксированная настройка входных контуров не всегда обеспечивает достаточную равномерность усиления в пределах каждого растянутого диапазона. Это означает, что на краях каждого диапазона (49, 31 *м* и т. д.) усиление падает, если контуры настроены на середину этого диапазона.

Вторая категория схем конвертерных приставок — это приставки с плавной перестройкой. В этом случае частота настройки приемника неизменна и поиск станций в каждом из диапазонов ведется с помощью ручки настройки конвертера. Подобная схема более удобна

и менее критична к выбору промежуточной частоты (т. е. рабочей частоты приемника). Достаточно лишь, чтобы выбранная частота была свободна от помехи. Однако конструкция конвертера с плавной перестройкой значительно сложнее. Приходится устанавливать в конвертер верньер и шкалу, производить сопряжение контуров. По существу такая приставка полностью аналогична по сложности высокочастотной части приемника. Применение подобных приставок оправдано в случае использования их совместно с приемниками самого низкого класса. В эту схему конвертера можно добавить еще и ка-

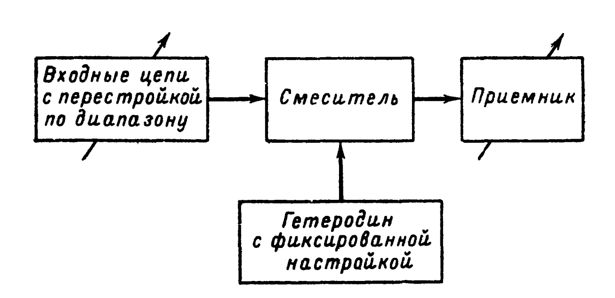


Рис. 11. Конвертер с перестраиваемым входом.

скад усиления промежуточной частоты конвертера. Общая чувствительность приемного тракта в этом случае получается весьма высокой.

Вариант блок-схемы конвертера показан на рис. 11. Конвертеры с такой блок-схемой находят применение в сочетании с приемниками, имеющими диапазон 4—6 *Мгц*. Настройка на станции производится ручкой приемника, а входные контуры конвертера подстраиваются на принимаемый сигнал по максимуму громкости. Верньер в конвертере (рис. 11) не обязателен, так как полоса пропускания входных цепей на коротких волнах получается широкой. Частота гетеродина в конвертерах этого типа выбирается с таким расчетом, чтобы любой требуемый растянутый диапазон оказывался в заданном участке шкалы приемника.

Поясним примером, как производится выбор частот гетеродина. Сначала следует выбрать подходящий рабочий участок шкалы приемника. Так как для перекрытия любого растянутого диапазона достаточно 500 *кгц*, подходящим является, например, участок шкалы от 4000 до 4500 *кгц* (75—66,6 *м*), который свободен от радиовещательных передатчиков. Для приема станций в диапазоне от 50 до 25 *м* (6—12 *Мгц*) без переключения катушек перекрытие по входу должно составить

$$\frac{f_{\text{макс}}}{f_{\text{мин}}} = \frac{12\,000}{6000} = 2.$$

Такое перекрытие легко может быть обеспечено с помощью переменного конденсатора емкостью 140—250 *пф*.

Значения частот гетеродина для различных диапазонов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Положение переключателя гетеродина	Диапазон принимаемых частот, *Мгц*	Частота гетеродина, *Мгц*	Участок шкалы приемника, *Мгц*
49 *м*	5,9—6,2	1,9	4,0—4,3
41 *м*	7,1—7,5	3,1	4,0—4,4
31 *м*	9,4—9,8	5,4	4,0—4,4
25 *м*	11,5—12,0	7,5	4,0—4,5

Значения частот гетеродина получены вычитанием из начальной частоты каждого диапазона начальной частоты выбранного участка шкалы приемника. Легко заметить, что при такой системе все рас-

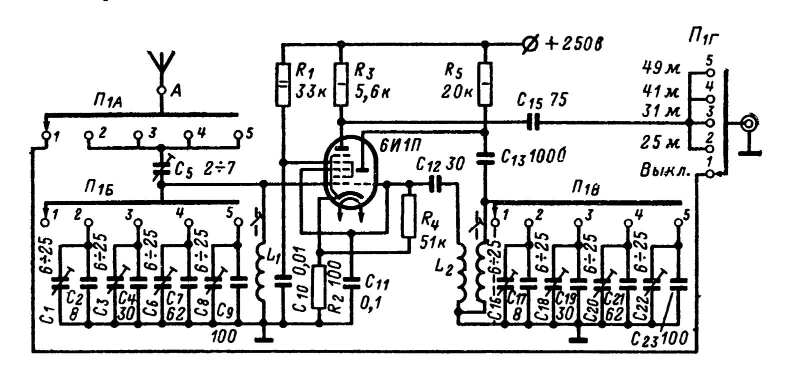


Рис. 12. Одноламповый конвертер с фиксированной настройкой.

тянутые диапазоны получаются на одном и том же участке шкалы приемника. В этом заключается важное достоинство схемы, изображенной на рис. 11. Естественно, что данная схема применима для конвертеров, работающих совместно с приемниками, которые имеют достаточную растяжку на участке 4—6 или 6—7 *Мгц*. Независимо от блок-схемы конвертер может быть как простым, так и сложным.

Простейший конвертер к ламповому приемнику содержит, как правило, одну преобразовательную лампу. В одноламповых конвертерах обычно применяются такие лампы, как 6И1П или 6Ф1П. Пример схемы подобного конвертера приведен на рис. 12.

При всей простоте схема одноляампового конвертера обладает серьезными недостатками, о которых упоминалось в предыдущем параграфе, так как приемный тракт, в состав которого входит подобный конвертер, не имеет резонансного усилителя высокой частоты. Этим объясняются низкая помехоустойчивость, подверженность перекрестной модуляции, низкая чувствительность, заметное влияние настройки входных цепей на частоту гетеродина.

Более совершенная схема конвертерной приставки, не имеющей указанных недостатков, приводится на рис. 13. Лампа $Л_1$ работает

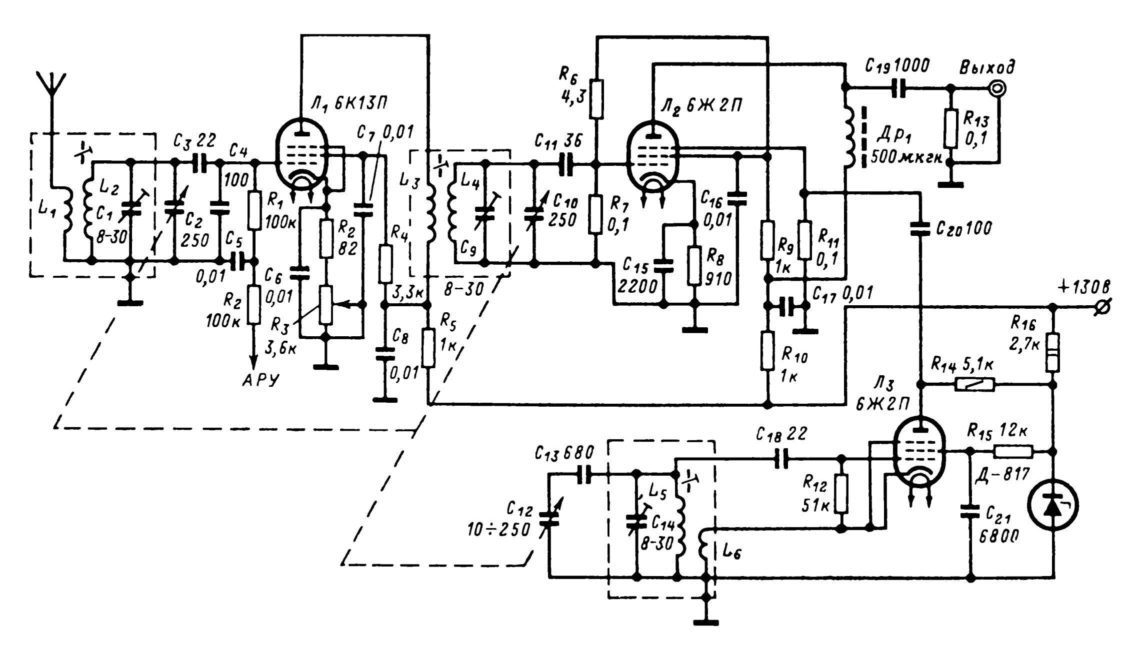


Рис. 13. Схема конвертера повышенной чувствительности.

в каскаде резонансного усиления высокой частоты с коэффициентом усиления около 10. В качестве смесителя используется $Л_2$ — специальный высокочастотный пентод с двухсеточным управлением типа 6Ж2П. Использование подобной лампы в качестве смесителя обеспечивает повышенную крутизну преобразователя (в 3 раза выше, чем для 6И1П) и малую связь между цепями сигнала и гетеродина. Последнее объясняется тем, что напряжения частоты сигнала и частоты гетеродина подаются на разные сетки. Нагрузкой смесителя служит дроссель $Др_1$, обладающий достаточно большим индуктивным сопротивлением для частоты, выбранной в качестве промежуточной.

Выбор подходящей промежуточной частоты конвертера должен производиться с учетом следующих соображений:

1) частота не должна быть очень низкой, так как при этом ухудшается подавление зеркального канала;

2) чрезмерно высокая промежуточная частота не позволяет обеспечить достаточной растяжки;

3) промежуточная частота конвертера должна быть свободна от вещательных станций.

Последнее требование предъявляется потому, что промежуточная частота конвертерной приставки является частотой настройки входа приемника и возможно проникновение сигналов непосредственно в приемник, минуя приставку. Если на выбранной промежуточной частоте окажется достаточно мощная станция, помехи от нее будут слышны одновременно с сигналами той станции, которая принимается с помощью конвертера.

Учитывая все эти обстоятельства, промежуточную частоту конвертерной приставки обычно выбирают в высокочастотном участке диапазона средних волн или, если позволяет приемник, в диапазоне 50—70 *м*.

Гетеродин конвертера (рис. 13) выполнен на лампе $Л_3$ по схеме «индуктивной трехточки», отличающейся хорошей стабильностью и простотой наладки. Для ослабления влияния изменений питающих напряжений на частоту гетеродина цепь питания экранной сетки $Л_3$ желательно стабилизировать с помощью стабилитрона типа Д-817 или СГ-5Б. Приставка потребляет анодный ток 35—40 *ма* при напряжении 130÷200 *в*. Общий ток накала трех ламп равен 0,55 *а*. Ввиду того что такая дополнительная нагрузка на выпрямитель приемника не всегда допустима, желательно, чтобы приставка имела собственный блок питания. Для этой цели удобно использовать небольшой трансформатор питания, например от приемника «Рекорд», и однополупериодную схему выпрямления с диодами Д7Ж. Для сглаживания пульсаций питающего напряжения достаточно простейшего П-образного *RC*-фильтра. В случае если питание приставки производится от выпрямителя приемника, необходимо изготовить переходную колодку.

При конструировании конвертерной приставки необходимо предусмотреть экранирующую перегородку между сеточными и анодными цепями каскада УВЧ и принять все меры для уменьшения паразитных связей между деталями, по которым протекают токи высокой частоты. Оси катушек сеточного и анодного контуров УВЧ должны быть расположены взаимно перпендикулярно, для того чтобы свести до минимума магнитную связь между катушками. Наилучшим средством уменьшения возможности паразитных связей является экранирование катушек.

Налаживание приставки ведется в следующей последовательности. После контроля правильности монтажа и проверки схемы на отсутствие коротких замыканий производится предварительная проверка настройки контуров с помощью сигнал-генератора и лампового вольтметра. Проверка производится поочередно всех контуров (на всех диапазонах), начиная от входного. Схемы подключения генератора рассмотрены в гл. 5. Емкость $C_{св}$ выбирается в пределах 5—10 *пф* и вместе с входной емкостью лампового вольтметра служит эквивалентом входной (выходной) емкости лампы соответствующего каскада. Все лампы на время настройки контуров вынимаются из панелек, и питающие напряжения на приставку не подаются. Частота контура гетеродина должна быть ниже частоты сигнала на выбранную частоту ПЧ, если конвертер предназначен для приема любительских станций в диапазоне 14—30 *Мгц*. Если же диапазон конвертера 6—12 *Мгц* (т. е. 49—25 *м*), то частоту гетеродина можно взять выше частоты сигнала, не опасаясь ухудшения стабильности. Перекрытие контура гетеродина в этом случае несколько меньше перекрытия по входу. Для уменьшения перекрытия в контур гетеродина включен сопрягающий конденсатор (рис. 13). Подстроечный конденсатор контура гетеродина должен быть с воздушным диэлектриком типа КПВ; в крайнем случае можно применить конденсатор постоянной емкости типа КТК с малым ТКЕ (голубой). Керамические триммеры типа КПК или КПК-М применять не следует, так как они не обеспечивают необходимой стабильности частоты гетеродина.

После того как контуры настроены, в приставку вставляются смесительная и гетеродинные лампы и выходные зажимы конвертера соединяются со входом приемника. Включив напряжение питания, необходимо убедиться в том, что гетеродин конвертера возбуждается Колебательное напряжение на катоде гетеродина должно быть порядка 2—3 *в* на всех диапазонах. Затем на управляющую сетку смесителя подается напряжение от сигнал-генератора на уровне 200—300 *мкв* с частотой, равной рабочей частоте приставки. При нормальной работе смесителя частота модуляции генератора должна прослушиваться на выходе приемника. Если сигнал не обнаруживается, необходимо, перестраивая генератор, найти на его шкале те две частоты, на которых слышен сигнал. Частота гетеродина конвертера находится как раз посредине между этими двумя частотами. Таким методом легко проверить и при необходимости скорректировать частоту настройки контура гетеродина

Из двух частот, подаваемых от генератора на сетку смесителя и принимаемых приемником, одна является рабочей, а другая — зеркальной

При частоте гетеродина выше частоты сигнала рабочей является нижняя из принимаемых частот. После проверки работоспособности смесителя измеряют коэффициент усиления смесителя в режиме преобразования. Установив такой уровень сигнала, при котором приемник не перегружается, измеряют коэффициент усиления смесителя в режиме преобразования. Выходное напряжение звуковой частоты измеряется при этом тестером, подключенным к гнездам дополнительного громкоговорителя. Коэффициент усиления преобразователя показывает, во сколько раз большее напряжение необходимо подать через эквивалент на вход приемника, чем на сетку смесителя конвертера. Он должен быть равен трем-четырем. Уровень входных напряжений отсчитывается по аттенюатору; выходное напряжение контролируется вольтметром и должно быть одинаковым, а частоты,

подаваемые на обе указанные точки, должны соответствовать рабочим для этих точек (т. е. быть разными). Затем сигнал от генератора подается на сетку УВЧ, подстраивается анодный контур УВЧ и уровень сигнала от генератора уменьшается настолько, чтобы вольтметр показал прежнюю величину $U_{\text{вых}}$.

Проверив равномерность усиления по диапазону и его величину, подают сигнал на вход конвертера через эквивалент антенны. Затем настраиваются входные контуры и делается сопряжение с частотой гетеродина в двух точках диапазона общепринятыми методами. После этого конвертер готов к работе.

Глава третья.

ПРИСТАВКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТРАКТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

Умножители добротности

Полосу пропускания тракта ПЧ можно сделать узкой, применяя контуры с высокой добротностью. Простым средством повышения эквивалентной добротности является использование регенерации,

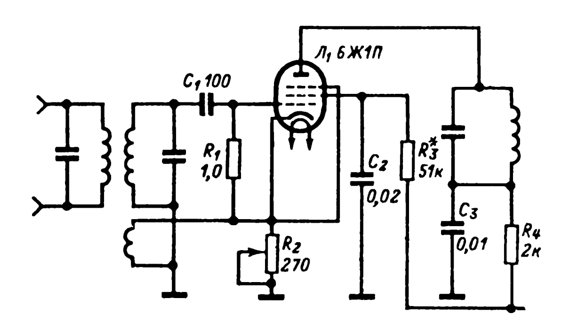


Рис. 14. Регенеративный каскад УПЧ.

компенсирующей потери в колебательных контурах. Схема регенеративного каскада УПЧ приведена на рис. 14. Регулировка степени обратной связи производится с помощью реостата сопротивлением 270 *ом*, шунтирующего специальную дополнительную обмотку обратной связи (10—30 витков). При замкнутой накоротко катушке реостат выведен на нуль и положительная обратная связь отсутствует. С увеличением сопротивления реостата обратная связь возрастает и, начиная с некоторого момента, в каскаде наступает самовозбуждение. Работа у порога генерации позволяет получить весьма узкую полосу и большое усиление. Несмотря на высокую эффективность подобных схем, применение их ограничено необходимостью произвести некоторые переделки в приемнике.

Существуют приставки, позволяющие получить такой же эффект без переделки приемника. Они получили название умножителей добротности. Умножитель добротности в принципе представляет собой недовозбужденный генератор с положительной и отрицательной обратными связями. Степень отрицательной обратной связи может регулироваться. При достаточном уменьшении отрицательной обратной связи в схеме наступает самовозбуждение. Схема простого умножителя добротности представлена на рис. 15. Генератор, собранный по схеме емкостной трехточки, связан через отрезок коаксиального кабеля с анодным контуром преобразователя. Обратная связь регу-

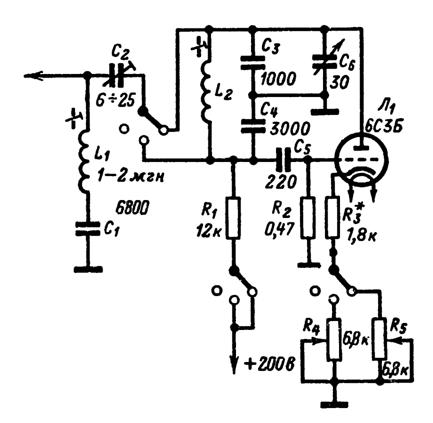


Рис. 15. Умножитель добротности.

лируется одним из реостатов в катоде лампы. Оба конца катушки имеют высокочастотный потенциал по отношению к корпусу. Это позволяет с помощью переключателя изменять фазу ВЧ напряжения, снимаемого с умножителя и подаваемого в контур ПЧ. В одном из положений переключателя получаются усиление сигнала и сужение полосы всего УПЧ, в другом — режекция, т. е. «вырезание» узкой полосы из общей полосы пропускания тракта ПЧ. Последнее позволяет «вырезать» помеху из сигнала, например мешающую несущую АМ сигнала или телеграфную станцию. Ослабление помехи может достигать 50—55 *дб* (300—500 раз) при полосе вырезания 150—200 *гц*.

Очень простым в изготовлении и налаживании является умножитель добротности на транзисторе по схеме на рис. 16. Схема рассчитана на режекцию помехи, причем полоса вырезания регулируется реостатом R_4. Регулировкой C_3 можно передвигать частоту режекции в полосе пропускания приемника. Интересной особенностью приставки является ее способность давать усиление и сужение общей полосы, как в ламповых умножителях, но без переключений. Вид работы («усиление» или «режекция») зависит от положения R_4. При изменении сопротивления реостата обычно приходится несколько подстраивать контур приставки конденсатором C_3. Хотя пик при усилении и получается не таким острым, как при режекции, но в целом

избирательность оказывается настолько высокой, что даже позволяет осуществлять так называемый односигнальный прием телеграфных сигналов.

Катушка L_1 обеспечивает связь приставки с приемником, а конденсатор C_1 служит для предотвращения короткого замыкания источника анодного напряжения при подключении соединительного провода к анодному выводу смесительной лампы приемника. Генератор собран по схеме с общей базой. Обратная связь емкостная (конденсатор C_4). Регенерация регулируется изменением напряжения питания транзистора посредством реостата R_4.

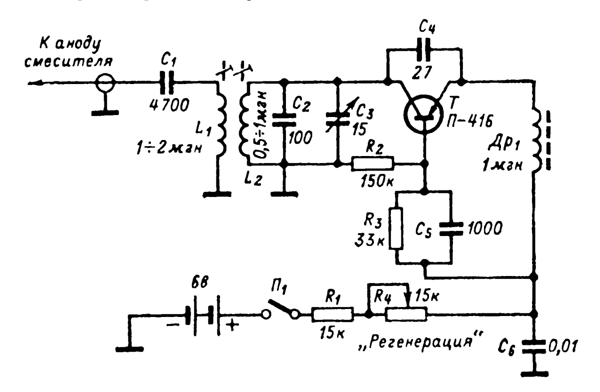


Рис. 16. Умножитель добротности на транзисторе.

Приставка собрана в алюминиевой коробке 125×60×60 *мм*, состоящей из двух половин. Такая конструкция позволяет легко заменять батарею питания. Наружу выведены ручка реостата с выключателем и ручка конденсатора настройки C_3. Катушки L_1 и L_2 расположены в центре коробки. Оси катушек должны быть расположены параллельно на расстоянии около 25 *мм*. Для питания приставки используются четыре сухих элемента типа «Кристалл». Ток, потребляемый приставкой, не превышает 0,2 *ма*. Соединение приставки с приемником осуществляется отрезком коаксиального кабеля типа РК-19 длиной до 1 *м*.

Для налаживания приставки на вход приемника от генератора подается модулированный сигнал, а на выходе включается вольтметр звуковой частоты. Вращая сердечник катушки L_1, необходимо найти положение, при котором уровень сигнала возрастает. Это происходит потому, что расстроенный из-за подключения кабеля контур ПЧ снова настраивается катушкой связи. Включение и выключение питания приставки не должны отражаться на работе приемника.

На следующем этапе наладки выключают модуляцию генератора, поворотом ручки реостата R_4 вводят умножитель в состояние генерации и подстраивают сердечником индуктивность катушки L_2 до момента получения нулевых биений между сигналом ГСС и собственной частотой умножителя. Ротор конденсатора C_3 должен при этом стоять в среднем положении.

Настройка приставки заканчивается проверкой ее способности «вырезать» помеху. Приемник с отключенной антенной настраивается на какую-либо вещательную станцию и на нее же настраивается ГСС с выключенной модуляцией, имитирующий помеху. На выходе приемника, кроме передачи, слышен также тон биений между частотами станции и «помехи». Манипулируя ручками R_4 и C_3, следует добиться, чтобы этот тон исчез (или стал значительно слабее). Возможно, потребуется некоторая подстройка катушки L_2, так как регулировки влияют одна на другую. С некоторыми экземплярами транзисторов увеличение сопротивления резистора R_4 не приводит к срыву генерации. В этом случае следует увеличить сопротивление резистора R_1. Если генерации не возникает, то это сопротивление уменьшают. Режекция помехи должна получаться при почти полностью введенном реостате R_4, а пик усиления должен быть у порога генерации, т. е. у минимума сопротивления.

Приставка для введения в тракт ПЧ готового фильтра

Применение в приемнике современных фильтров промежуточной частоты промышленного изготовления позволяет значительно увеличить крутизну скатов кривой полосы пропускания. Резонансная

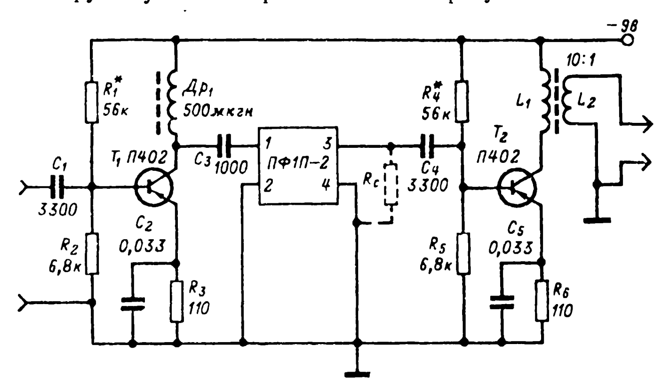


Рис. 17. Приставка для введения пьезокерамического фильтра в тракт промежуточной частоты.

кривая благодаря фильтру становится значительно более прямоугольной, что заметно улучшает избирательность по соседнему каналу, не ухудшая в то же время воспроизведение высших звуковых частот модуляции.

В приемниках промышленного изготовления чаще всего применяются пьезокерамические и электромеханические фильтры. Средняя частота полосы пропускания фильтра может совпадать с номинальной промежуточной частотой приемника (обычно 465 *кгц*), а может и отличаться от нее. Полоса пропускания фильтра должна быть достаточной для неискаженного приема сигналов требуемого вида работы. Для приема сигналов радиовещательных АМ передатчиков применяют фильтры с полосой пропускания 6—12 *кгц*.

Для того чтобы резонансная кривая фильтра не искажалась, при включении его в работающую схему необходимо согласовать входное и выходное сопротивления фильтра с соответствующими сопротивлениями каскадов, между которыми включается фильтр. Кроме того, включение фильтра ослабляет полезный сигнал в 2—10 раз. Отсюда вытекает, что каскады, включенные до и после фильтра, кроме согласования по сопротивлению, должны давать определенное усиление сигнала, с тем чтобы при включении фильтра общая чувствительность приемника не понизилась. Схема включения пьезокерамического фильтра на 465 *кгц* типа ПФ1П-2 в канал ПЧ имею-

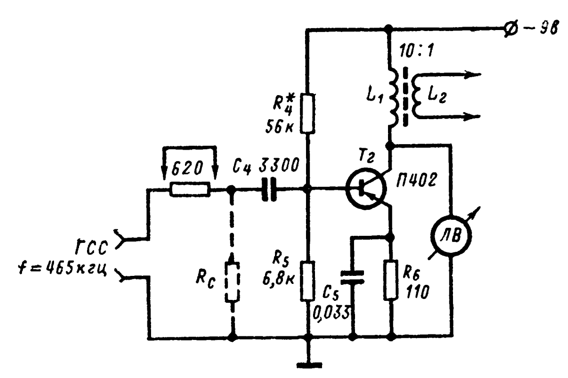


Рис. 18. Способ подгонки входного сопротивления каскада.

щегося приемника приведена на рис. 17. Фильтр ПФ1П-2 с полосой пропускания 8 *кгц* удобен для применения в схемах на транзисторах, так как его $R_{вх}=1{,}2$ *ком*, а $R_{вых}=620$ *ом*. Индуктивность дросселя $Др_1$ (типа Д-0,1) выбрана такой, чтобы его индуктивное сопротивление на частоте 465 *кгц* составляло 1 200 *ом*. Если же в качестве коллекторной нагрузки применить резистор с таким сопротивлением, то ухудшается амплитудная характеристика каскада.

Сопротивление резистора R_C выбирается таким, чтобы входное сопротивление каскада на триоде T_2 (зависящее от В транзистора) равнялось выходному сопротивлению фильтра, т. е. 620 *ом*. Входное сопротивление можно сделать равным требуемой величине, если подобрать R_C так, чтобы при замыкании перемычкой добавочного резистора $R=620$ *ом* уровень сигнала, измеряемый на L_1, удваивался (рис. 18). Иногда получается, что сигнал возрастает больше чем вдвое даже при отсутствии R_C. Это означает, что $R_{вх}$ каскада меньше 620 *ом*. В таком случае приходится включать дополнительный резистор последовательно с разделительным конденсатором в цепи базы T_2. Очевидно, что сигнал при этом несколько ослабляется. Понижающий трансформатор L_1, L_2 намотан на ферритовом кольце из материала с проницаемостью 400—600. Первичная обмотка имеет 50—100 витков провода диаметром 0,15 *мм* в шелковой изоляции, вторичная намотана таким же проводом, но количество витков в ней в 10—20 раз меньше, чем в первичной.

Фильтр ПФ1П-2 может применяться и в ламповом приемнике. Анодной нагрузкой первой лампы приставки в этом случае является резистор сопротивлением 1,2 *ком*, а выход фильтра нагружается на $R_с = 620$ *ом*. Общее усиление приставки получается небольшим, но достаточным для компенсации затухания фильтра. Анодной нагрузкой второй лампы приставки является трансформатор ПЧ, находящийся в приемнике.

Если номинал ПЧ приемника немного не совпадает со средней частотой полосы пропускания фильтра, то можно включить фильтр

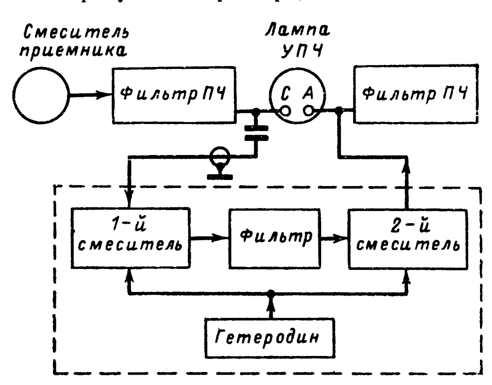


Рис. 19. Блок-схема приставки для введения готового фильтра в канал ПЧ.

в тракт ПЧ и подстроить трансформаторы ПЧ на новую частоту. Градуировка шкалы приемника при этом смещается, но может быть скорректирована подстройкой гетеродина. Таким образом, удается использовать электромеханические фильтры на 500 *кгц* в приемниках с промежуточной частотой, равной 465 *кгц*.

Можно, однако, применять фильтры с не соответствующим номиналом без всякой подстройки приемника. Блок-схема такой приставки приведена на рис. 19. Приставка содержит два смесителя, фильтр и гетеродин, общий для обоих смесителей. Частоту гетеродина обычно берут равной сумме частот ПЧ и фильтра (если разница между ними невелика). При промежуточной частоте, равной 465 *кгц*, и фильтре на частоту 500 *кгц* частота гетеродина может быть взята равной:

$$f_{гет} = f_{п\cdot ч} + f_ф = 465 + 500 = 965 \text{ кгц}.$$

Приходящий на вход приставки сигнал с частотой 465 *кгц* поступает на первый смеситель. В аноде смесителя выделяется разностная частота

$$f = f_{гет} - f_{п\cdot ч} = 965 - 465 = 500 \text{ кгц}.$$

Поскольку эта частота равна частоте фильтра, она проходит через него и поступает на второй смеситель. В анодной цепи второго смесителя выделяется разностная частота

$$f_{гет} - f_ф = f_{п\cdot ч} = 965 - 500 = 465 \text{ кгц},$$

которая и поступает в канал ПЧ основного приемника. Недостатком указанного выбора частоты гетеродина приставки является то, что она оказывается лежащей в средневолновом диапазоне приемника. На соответствующей точке шкалы приемника сигнал гетеродина приставки создает помеху. Можно выбрать частоту вспомогательного гетеродина равной:

$$f_{\text{гет}} = f_{\text{ф}} - f_{\text{п.ч}} = 500 - 465 = 35 \text{ кгц};$$

тогда в первом смесителе к промежуточной частоте сначала прибавляется 35 *кгц*, а затем во втором смесителе снова вычитается. В ре-

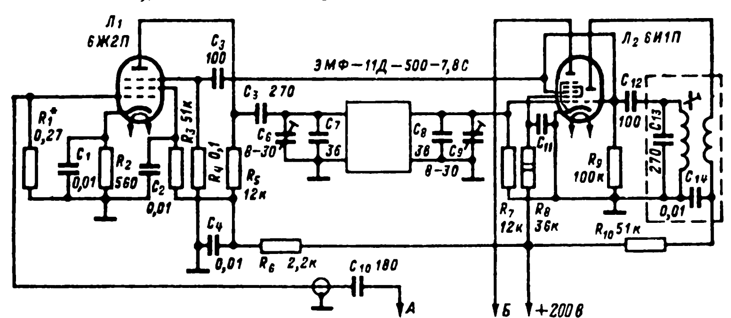


Рис. 20. Приставка для введения ЭМФ в тракт промежуточной частоты.

зультате частота на выходе приставки опять становится равной номиналу, т. е. 465 *кгц*. Частота вспомогательного гетеродина оказывается вне диапазона приемника и абсолютный уход ее во времени чрезвычайно мал. Этот же принцип выбора $f_{\text{гет}}$ используют в случае применения высокочастотных кварцевых фильтров в канале ПЧ.

Приставка может быть собрана на сверхминиатюрных лампах серии «Б». Для смесителей можно использовать лампы с двухсеточным управлением типа 6Ж10Б, а гетеродин выполнить на 6С3Б, 6Н16Б или 6Ж2Б. Можно применить и пальчиковые лампы. Пример схемы такой приставки приведен на рис. 20.

Провода, обозначенные буквами *А* и *Б*, включаются соответственно в сеточное и анодное гнезда панели первой лампы УПЧ приемника. Гетеродинный контур приставки экранируется, для того чтобы не прослушивались гармоники гетеродина. Вход и выход ЭМФ настраиваются триммерами на среднюю частоту фильтра. Это улучшает частотную характеристику фильтра и уменьшает ослабление сигнала. Анодная нагрузка первого смесителя и сеточный резистор второго выбираются из соображений согласования с фильтром.

Если применяется миниатюрный электромеханический фильтр прямоугольного сечения марки ЭМФП, то следует учитывать его данные ($R_{\text{вх}} = 10$ *ком*; $R_{\text{вых}} = 1$ *ком*). Емкости конденсаторов настройки в резонанс входного и выходного магнитострикционных контуров этого фильтра также получаются разными.

Как уже упоминалось в гл. 1, наличие плоской вершины и большая крутизна боковых скатов резонансной кривой тракта ПЧ требуют повышенной точности настройки приемника на принимаемую

станцию. При неточной настройке боковые полосы АМ сигнала усиливаются неодинаково, что приводит к весьма неприятным на слух искажениям. Этот эффект особенно ощутим, когда в тракте ПЧ имеется ЭМФ. Для более точной настройки рекомендуется индикатор настройки цепи подключать не к цепи АРУ, а через усилительный узкополосный каскад к выходу одного из каскадов УПЧ до детектора. Узкополосный фильтр канала индикатора настройки настраивается на середину полосы пропускания ЭМФ канала ПЧ. Фильтр может состоять из двух или трех контуров с хорошей добротностью и слабой связью.

Следует отметить, что хорошую прямоугольность можно получить на частоте 465 *кгц*, применяя 4—8-контурные *LC*-фильтры сосредоточенной селекции, которые можно ввести в тракт ПЧ тем же способом, что и ПФ1П-2. Применение ФСС не требует усложнения схемы включения индикатора настройки.

Фильтры сосредоточенной селекции могут быть сделаны переключаемыми на две-три полосы. Полоса пропускания выбирается в зависимости от условий приема. Переключатель полосы должен иметь дополнительные контакты, при помощи которых тем или иным способом выравнивается степень усиления при переключении ФСС.

Введение в схему приемника двойного преобразования частоты

Понижение номинала промежуточной частоты в приемнике создает ряд преимуществ: возрастает прямоугольность полосы пропускания тракта ПЧ; возрастает величина устойчивого усиления каждого каскада; из-за увеличения емкостей конденсаторов в контурах повышается стабильность формы резонансной кривой при смене ламп. Вместе с тем супергетеродин с одним преобразованием и низкой промежуточной частотой не обеспечивает достаточного подавления зеркального канала на коротких волнах. Наличие коротковолнового диапазона в приемниках заставило выбрать компромиссную величину промежуточной частоты 465 *кгц*. Однако при этой частоте удается получить приемлемую прямоугольность и допустимую степень подавления зеркального канала только на частотах, не превышающих 12 *Мгц*.

В том случае, когда требования к избирательности приемника повышены, а подходящих готовых фильтров нет, можно получить хорошие результаты с самодельным УПЧ, настроенным на частоту в пределах 40—100 *кгц*.

Частота 465 *кгц* преобразуется в новую, пониженную, проходит через *LC*-контуры УПЧ и снова преобразуется в прежнюю частоту с помощью того же вспомогательного гетеродина приставки.

Можно также на выходе дополнительного УПЧ установить детектор, с которого на низкочастотный тракт приемника подается напряжение звуковой частоты. В этом случае обратного преобразования пониженной промежуточной частоты в частоту 465 *кгц* делать не нужно. Такой вариант приставки конструктивно сложнее и не всегда применим из-за необходимости усложнения коммутации.

Один из возможных вариантов приставки с двумя преобразованиями и $f_{пр2}=65$ *кгц* приведен на рис. 21. В схему приемника в данном варианте вносятся незначительные изменения. Лампа УПЧ приемника переводится в режим односеточного преобразования, для чего сопротивление катодного резистора увеличивается до 10 *ком* и на управляющую сетку подается напряжение вспомогательного ге-

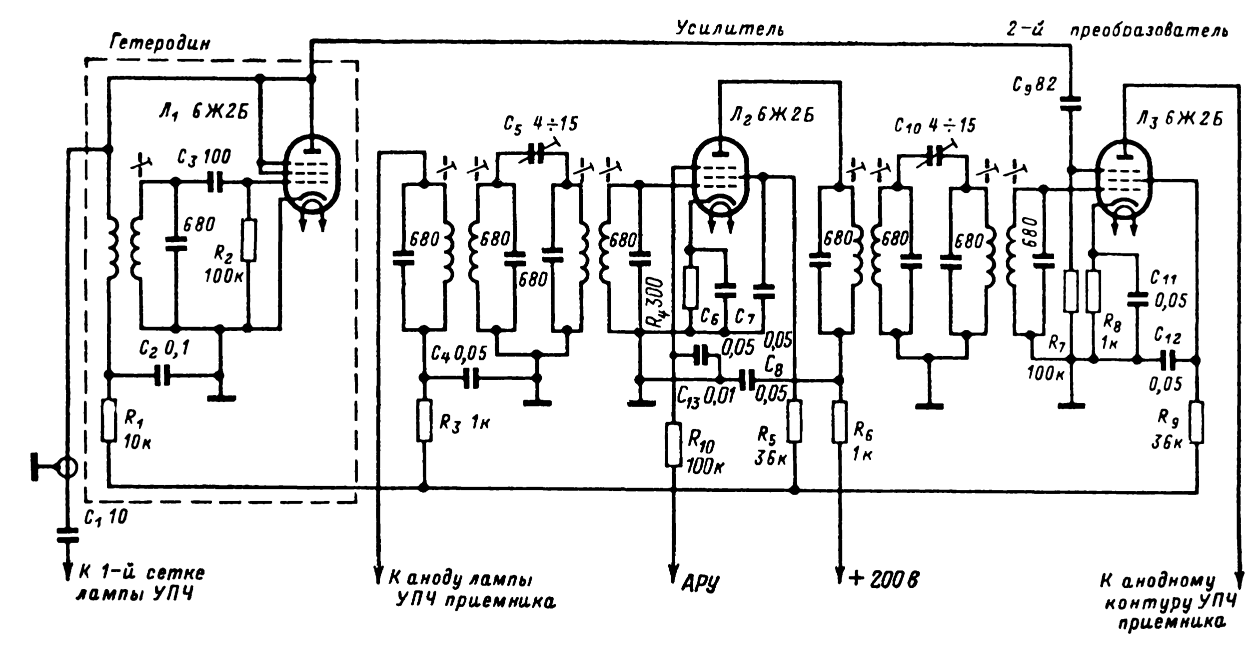


Рис. 21. Схема усилителя второй ПЧ (65 *кгц*).

теродина. Анодный контур лампы УПЧ переключается на анод второго преобразователя приставки. Соединительные экранированные провода должны быть возможно короче. Гетеродин приставки должен быть тщательно экранирован, чтобы гармоники его не создавали помех в диапазоне приемника. Катушки контуров приставки должны иметь повышенную добротность (до 130—150). Для этого они помещаются в ферритовые горшкообразные сердечники и наматывать их желательно литцендратом. В приставке можно предусмотреть ступенчатую регулировку степени связи между контурами для регулировки полосы пропускания [1]. Кроме указанных в принципиальной схеме ламп типа 6Ж2Б могут быть использованы также пальчиковые лампы типа 6Ж2П.

При налаживании приставки настраивают все контуры на 65 *кгц* и регулировкой C_5 и C_{10} добиваются требуемой ширины полосы пропускания (6—8 *кгц* на уровне 0,5). Для этого от генератора ГЗ-3 сигнал частотой 65 *кгц* подается на управляющую сетку лампы УПЧ приемника через конденсатор 0,5 *мкф*. Выходное напряжение измеряется на аноде лампы $Л_3$ приставки ламповым вольтметром. Оно должно быть порядка 2—3 *в*. Анодной нагрузкой лампы $Л_3$ на время измерений служит резистор 2—10 *ком*. Гетеродинная лампа приставки при этом должна быть выключена. Затем восстанавливается вся схема, на сетку УПЧ приемника дается сигнал 465 *кгц* и включается гетеродин приставки. Уровень сигнала с генератора должен быть таким, чтобы светлый сектор индикатора настройки был раскрыт наполовину. Подстраивая сердечником частоту гетеродина приставки и контролируя тестером выходное напряжение звуковой частоты приемника, добиваются максимума $U_{вых}$, который соответствует точной настройке гетеродина приставки. Настройку подобных приставок удобно вести также с помощью генераторов качающейся частоты.

Дополнительные детекторы и ограничители помех

В радиовещательных приемниках наиболее распространены однополупериодные диодные детекторы. Они обеспечивают высокую линейность и их амплитудная характеристика позволяет обеспечить работу без искажений в широком диапазоне напряжений. Менее распространены двухполупериодные диодные детекторы. Преимущество их заключается в том, что фильтрация составляющей радиочастоты на выходе детектора получается лучшей при меньшей емкости блокирующего конденсатора, включенного параллельно резистивной нагрузке детектора. Это улучшает воспроизведение высоких звуковых частот и исключает возможность перегрузки последующих ламп приемника ВЧ сигналом. Недостатками диодных детекторов можно считать низкий коэффициент передачи (около 0,8), необходимость повышенного уровня ВЧ сигнала (не менее 1 *в*) и падение добротности выходного контура УПЧ из-за наличия тока диода, который нагружает контур. Последнее обстоятельство снижает избирательность приемника.

Для радиолюбителей, занимающихся приемом сигналов любительских передатчиков, работающих на одной боковой полосе, может представить интерес схема балансного детектора (рис. 22). Схема

---

[1] С. Бунимович и Л. Яйленко. Техника любительской однополосной радиосвязи, М., Изд-во ДОСААФ, 1970.

хорошо работает при любых промежуточных частотах от 500 *кгц* и ниже. Лампа $Л_1$ работает в качестве опорного гетеродина. На второй половине 6Н3П ($Л_2$) собран фазоинвертер, с анода и катода которого снимается парафазный сигнал на собственно балансный детектор, состоящий из двух диодов. С другой стороны на детектор подается напряжение с последнего контура УПЧ (точка *А*). Напряжение звуковой частоты снимается с нагрузки детектора. Так как входное сопротивление детектора мало, для лучшего согласования

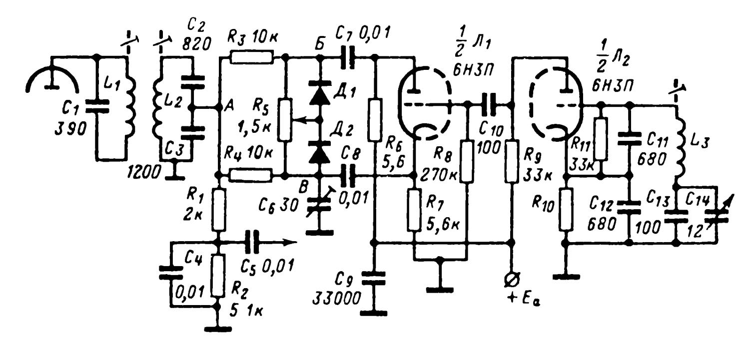


Рис. 22. Схема балансного детектора с опорным гетеродином.

применено неполное включение последнего контура УПЧ с помощью емкостного делителя.

Настройка балансного детектора начинается с проверки наличия генерации в гетеродине. Частота гетеродина должна быть равна частоте, подводимой к детектору со стороны УПЧ, и иметь возможность регулироваться в пределах $\pm(3 \div 5)$ *кгц* подстроечным воздушным конденсатором контура гетеродина. Затем измеряются напряжения гетеродина на аноде и катоде $Л_2$. Они должны быть равны по величине и составлять 2—3 *в*. После этого между точкой *А* и корпусом включают милливольтметр В3-2А и балансируют схему, добиваясь нулевых показаний сначала потенциометром R_5, а затем триммером C_6. Если полного баланса не получается, C_6 следует переключить с точки *В* на точку *Б*. Детектор может применяться также с приставкой, описанной в предыдущем разделе, при условии, что полоса пропускания сужена до 2,5—3 *кгц*. Настройка гетеродина на верхнюю границу полосы пропускания тракта ПЧ соответствует приему нижней боковой полосы. Если же гетеродин перестроить на нижнюю границу, то будет приниматься верхняя боковая полоса. Проверка работы балансного детектора производится на приеме любительских однополосных передатчиков в телефонном участке одного из любительских диапазонов. Выключение опорного гетеродина должно приводить к полному пропаданию сигнала на выходе.

Кроме приема однополосных сигналов, балансный детектор может применяться для приема телеграфных сигналов, а в сочетании с ЭМФ ($\Delta f = 3$ *кгц*) — и для приема АМ сигналов. При этом значительно возрастает помехоустойчивость приемника к помехам типа «селективные замирания».

При приеме АМ сигналов на приемник иногда оказывают воздействие импульсные помехи, возникающие от грозовых разрядов, телефонных аппаратов АТС, включения различной бытовой электроаппаратуры и пр. Для борьбы с помехами применяют специальные схемы на диодах, позволяющие запирать канал приема на время действия импульсной помехи длительностью около 0,001 *сек*. Действие таких схем основано на способности диода закрываться (или, наоборот, открываться), когда амплитуда импульсной помехи превышает поданное на диод постоянное опорное напряжение.

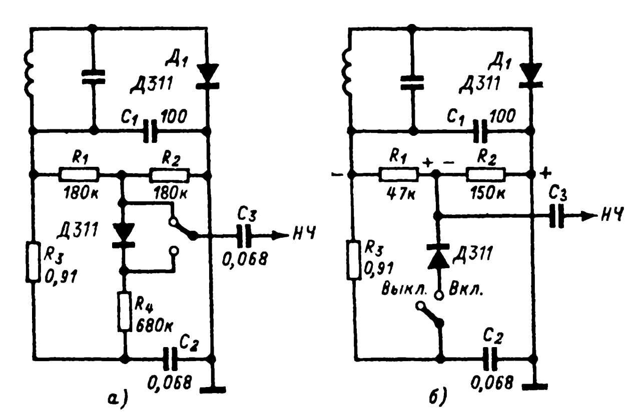


Рис. 23. Ограничители помех с автоматической регулировкой уровня ограничения.

На рис. 23 показаны схемы, в которых уровень опорного напряжения на диоде ограничителя автоматически регулируется в зависимости от уровня несущей. В обеих схемах диод $Д_1$ служит обычным диодным детектором, резисторы R_1, R_2 — нагрузкой, а конденсатор C_1 шунтирует нагрузку по высокой частоте. Пропорциональное уровню несущей отрицательное напряжение, которое возникает на резисторе R_1 при прохождении по нему тока диода $Д_1$, через R_3 и R_4 приложено к диоду $Д_2$. В схеме на рис. 23, *а* диод $Д_2$ благодаря этому напряжению постоянно открыт, а в схеме рис. 23, *б* — закрыт.

Анод диода $Д_2$ соединен с правым концом резистора через конденсатор C_2. Постоянная времени цепочки R_3C_2 подобрана так, что для частоты огибающей полезного сигнала нижний (по схеме) вывод $Д_2$ соединен с левым выводом R_1, а для более высоких частот импульсных помех — с правым выводом R_2.

Напряжение звуковой частоты, снимаемое с R_2, через открытый диод $Д_2$ в схеме на рис. 23, *а* передается на вход УНЧ приемника. При воздействии импульсной помехи диод $Д_2$ закрывается и сигнал на вход УНЧ не попадает.

В схеме (рис. 23, *б*) при воздействии такой же помехи диод $Д_2$ открывается и шунтирует вход тракта низкой частоты.

При номиналах, указанных на схемах, в них можно использовать и вакуумные диоды. При работе детектора с подавителем на УНЧ с низким входным сопротивлением (в транзисторном приемни-

ке) номиналы следует соответственно изменить, уменьшив сопротивления резисторов и увеличив емкости конденсаторов.

Эффективность работы подавителя можно оценить, включив рядом с приемником, например, искрящий телефонный зуммер и настроив приемник на станцию средней громкости. Включение подавителя должно резко улучшать прием.

Применение схем, описанных в настоящем разделе, связано с некоторой переделкой приемника, поэтому наиболее удобно применить их на выходе приставки УПЧ. Если результат будет положительным, то приставку можно встроить в приемник.

Глава четвертая.

ПРИСТАВКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ТРАКТА ПРИЕМНИКА

Введение раздельной регулировки тембра

Качество звучания приемника может быть значительно улучшено введением раздельных регулировок тембра, позволяющих очень гибко и в больших пределах изменять окраску звучания применительно к содержанию программы и индивидуальному вкусу слушателя. Современные схемы регуляторов обеспечивают глубину регулировки ±20 *дб* (10 раз) на крайних частотах полосы пропускания тракта НЧ при сохранении неизменным уровня сигнала на какой-либо принятой средней частоте. Обычно за нулевой принимается уровень сигнала частотой 1 000 *гц*. Потеря усиления, которая получается при введении в тракт НЧ элементов, формирующих требуемую частотную характеристику, достигает 30—40 *дб* (30—100 раз). Для компенсации этого затухания приходится вводить дополнительные усилительные каскады. К этим каскадам, поскольку они включаются на входе НЧ тракта, предъявляются весьма высокие требования в отношении уровня фона, собственных шумов и возможностей возникновения различных наводок.

В дополнительных каскадах усиления могут быть применены полевые транзисторы. Высокие входные и выходные сопротивления таких каскадов позволяют применить типовые регуляторы тембра, разработанные для высококачественных ламповых УНЧ, а отсутствие цепей накала значительно облегчает борьбу с фоном. Весьма существенно также, что благодаря малым габаритам триодов приставка может быть изготовлена компактной и разместить ее можно таким образом, что длина соединительных проводов получится минимальной.

Схема приставки приведена на рис. 24. Она содержит два усилительных каскада на полевых транзисторах типа КП-101, между которыми включены RC-цепи для формирования требуемой частотной характеристики. Регулировка усиления верхних звуковых частот ведется с помощью потенциометра, обозначенного на схеме *ВЧ*, низких частот с помощью потенциометра, обозначенного *НЧ*. Транзисторы «перевернуты» истоком вверх, чтобы обеспечить возможность питания приставки от общего источника анодного напряжения ламп приемника. Резистор в истоковых цепях каждого из триодов необхо-

дим для создания автоматического смещения. Цепь развязки состоит из конденсатора C_9 и гасящего резистора R_{11}.

Конструктивно приставка представляет собой плату из стеклотекстолита с навесным монтажом. Ее размеры определяются размерами примененных деталей. При выборе подходящих типов конденсаторов следует руководствоваться режимами, указанными на схеме. Плата заключена в запаянную коробку из тонкой белой жести. Потенциометры регулировки тембра можно вынести за пределы приставки и укрепить в любом удобном месте. К каждому из потенцио-

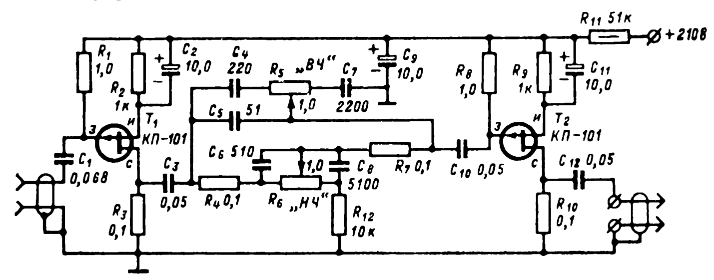


Рис. 24. Блок раздельных регуляторов тембра.

метров идет трехпроводный отдельный кабель, заключенный в экранирующую оплетку, поверх которой надета хлорвиниловая трубка. Входные и выходные кабели сделаны аналогично. Экранирующая оплетка каждого из них соединена с корпусом приставки в одной точке, причем в качестве «земляного» провода ее использовать не следует.

Приставка крепится на свободном месте шасси или ящика рядом с первым каскадом УНЧ приемника так, чтобы соединительные провода получились как можно более короткими.

Настройка приставки начинается с установки режимов. С помощью вольтметра с входным сопротивлением 20 *ком/в* измеряется напряжение между стоком и истоком каждого триода. Оно должно быть в пределах 5—7 *в*. Если напряжение меньше указанного, транзистор близок к насыщению. В этом случае необходимо увеличить положительное относительно истока смещение на затворе, увеличив сопротивление резистора в цепи истока. Слишком большое напряжение между стоком и истоком говорит о том, что транзистор заперт или почти заперт. В этом случае следует уменьшить смещение, уменьшив сопротивление резистора в цепи истока. Ток стока каждого из триодов должен быть около 0,8 *ма*.

После проверки режимов транзисторов по постоянному току на вход приставки дается сигнал от звукового генератора частотой 700—1 200 *гц* и по осциллографу проверяется отсутствие искажений синусоиды. Коэффициент усиления каждого каскада должен быть около 10—15, а общее усиление приставки с учетом ослабления сигнала в цепях регуляторов тембра 1,5—3,0 раза. Проверив усиление на средних частотах, снимают полную частотную характеристику приставки в крайних положениях регуляторов тембра. Уровень сигнала на входе должен быть таким, чтобы ограничение (и другие

искажения) сигнала не возникало. Результаты измерений наносят на график с логарифмическим масштабом.

Приставки с тонкоррекцией для подключения звукоснимателей

При использовании УНЧ приемника для воспроизведения грамзаписи возникает проблема нехватки усиления, так как э. д. с. современных звукоснимателей лежит в пределах 80—200 *мв*. В то же время на входе тракта УНЧ приемника, спроектированного для работы

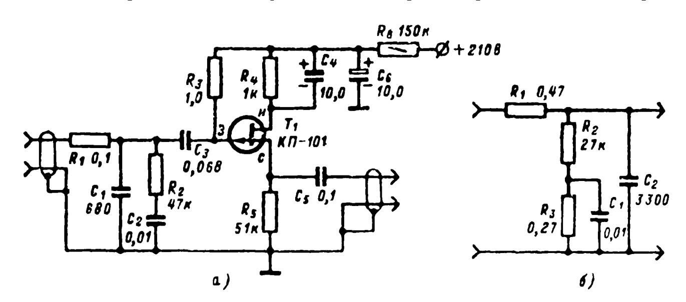


Рис. 25. Усилитель с тонкоррекцией для пьезоэлектрического звукоснимателя.

от детекторного каскада, уровень входного сигнала лежит. как правило, в пределах 500—800 *мв*.

Чтобы довести уровень сигнала до требуемой величины, применяют дополнительные усилительные каскады, которые удобно выполнять на транзисторах. При выборе схемы такой приставки следует учитывать величину внутреннего сопротивления источника сигнала, которое составляет для пьезоэлектрических звукоснимателей более 1 *Мом*. Частотная характеристика звукоснимателей имеет большую неравномерность, которую можно компенсировать, введя в приставку частотно корректирующую цепочку.

Выравнивание частотной характеристики сквозного тракта НЧ достигается подъемом низких частот. Что касается верхней границы полосы пропускания, то для работы от звукоснимателей она должна иметь спад. При воспроизведении старых, изношенных записей этот спад делается весьма крутым, что позволяет уменьшить шум иглы (шипение).

Схема усилительной приставки с тонкоррекцией для воспроизведения записей с пластинок приведена на рис. 25, *а*. Частотнозависимый делитель на входе обеспечивает подъем нижних частот (до 15 *дб*) и спад верхних Еще более крутой спад верхних частот создает делитель по схеме рис. 25, *б*. Налаживание усилительного каскада производится так же, как и налаживание каскада, описанного в предыдущем разделе. Тщательно экранированный каскад необходимо разместить в непосредственной близости к звукоснимателю.

Дополнительные выходы

Для того чтобы сделать приемник более удобным в эксплуатации, в нем делают дополнительные выходы для подключения магнитофона и головных телефонов.

Магнитофонная запись сигнала, снимаемого непосредственно с детектора, получается заметно лучшей, чем если подключать магнитофон к выходу радиоприемника. Одна из схем, пригодная для этой цели, приведена на рис. 26. С нагрузкой детектора R'' соедине-

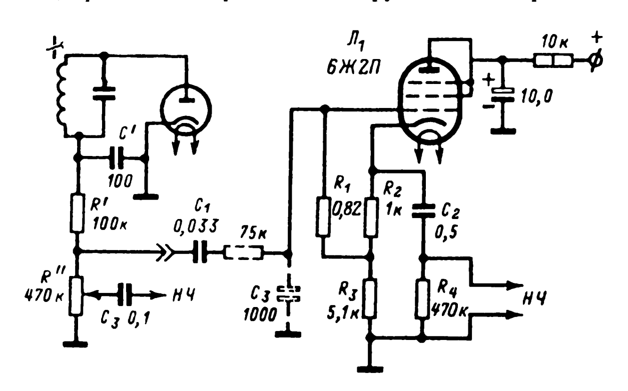


Рис. 26. Дополнительный выход с детектора.

на приставка — катодный повторитель, к которой можно подключать магнитофон или головные телефоны. Уменьшение громкости самого приемника до нуля не сказывается на работе схемы. Вместо катодного повторителя можно использовать также истоковый повторитель. Использование эмиттерного повторителя возможно, если последовательно с его входом включить дополнительный резистор 0,5—1 *Мом*. Если повторитель используется с детектором ЧМ сигнала, то на вход приставки желательно включить обозначенную на схеме пунктиром *RC*-цепочку, которая служит для компенсации предыскажений, вводимых в передающем УКВ тракте.

Выходной каскад с разделением частот

Несмотря на то, что современные громкоговорители делаются широкополосными, значительного улучшения качества звучания можно добиться, используя разные громкоговорители для верхних и нижних звуковых частот. Разделение спектра звуковых частот для этой цели может производиться либо в выходном каскаде одноканального усилителя, либо в самом усилителе низкой частоты, который при этом усложняется и становится двух(трех)-канальным.

Наиболее просто сделать разделение спектра воспроизводимых частот в выходном каскаде. Схема такой приставки приведена на рис. 27. В выходных цепях усилителя устанавливаются простейшие *LC*-фильтры. Громкоговорители 4ГД-1 (или 5ГД-14) работают как низкочастотные, а 1ГД-18/1ГД-9 как высокочастотные. Катушка L_1

может быть намотана на каркасе от небольшого выходного трансформатора проводом ПЭВ-1 диаметром 0,8. Выходной трансформатор имеет следующие данные: железо Ш-18, толщина пакета 38 *мм*; обмотка I — провод ПЭВ-1 ⌀0,12, 2000 витков; обмотка II — провод ПЭВ-1 ⌀0,8, 55 витков; обмотка III — провод ПЭВ-1 ⌀0,6, 75 витков; обмотка IV — провод ПЭВ-1 ⌀0,12, 90 витков. Можно применить и готовый выходной трансформатор, например от магнитофона «Астра-2».

Громкоговорители низкочастотной группы следует установить в ящике, а высокочастотные можно вынести для создания псевдо-

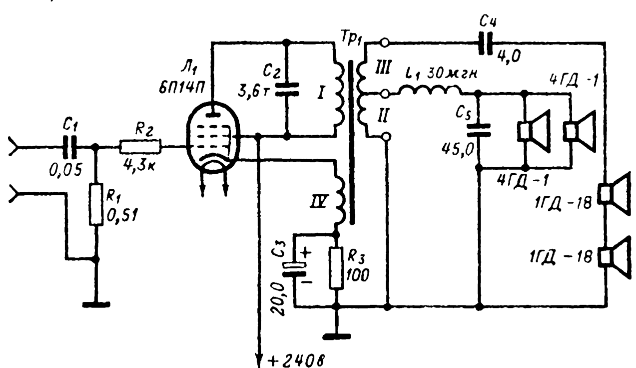


Рис. 27. Выходной каскад с разделением частот.

стереофонического эффекта. Громкоговорители, установленные в одном ящике, необходимо сфазировать. Для этого на них подают сигнал частотой 150—250 *гц* и, переключая концы одного из громкоговорителей, добиваются увеличения громкости. Если громкоговорители сфазированы неверно, подключение второго громкоговорителя уменьшает громкость. Обмотка $Тр_1$, включенная в катод лампы 6П14П, служит для создания отрицательной обратной связи.

Глава пятая.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВКИ ВЧ ПРИСТАВОК

Настройка контуров в «холодном» приемнике

Для определения собственной резонансной частоты колебательного контура необходимо возбудить этот контур при помощи постороннего источника переменного напряжения и определить по максимуму напряжения на контуре частоту резонанса. Эти измерения удобно вести в «холодном» приемнике, т. е. при отключенном питании. Если питание подано, то при определении резонансной частоты легко спутать номер гармоники, возможно появление самовозбуждения и т. д. Все эти факторы затрудняют ориентировку в оценке результатов измерений и поэтому должны быть исключены.

Определение собственной частоты контура можно производить либо с помощью сигнал-генератора и лампового вольтметра, либо посредством гетеродинного индикатора резонанса, который обычно применяют на частотах выше 3 *Мгц*. Измерения с ГСС и ламповым вольтметром дают значительно более высокую точность и применимы на всех частотах.

При измерениях собственной частоты контура возникают затруднения в выборе способа подачи ВЧ напряжения в контур. Трудность возникает из-за того, что выходное сопротивление ГСС обычно лежит в пределах 75—100 *ом*. Если подключить выход ГСС параллель-

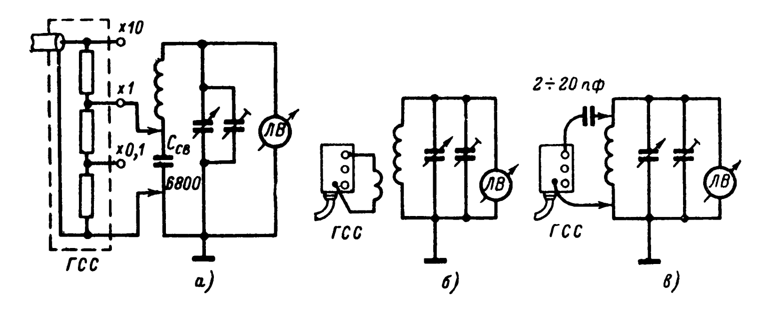


Рис. 28. Схема подключения выносной головки ГСС к колебательному контуру.

но резонансному контуру, никакого резонанса в последнем обнаружить не удастся, так как обычный контур с высоким резонансным сопротивлением (10—100 *ком*) будет зашунтирован низким выходным сопротивлением генератора. Для предотвращения этого связь генератора с контуром необходимо делать очень слабой, чтобы при подключении генератора параметры контура изменялись как можно меньше.

Для подключения генератора к контуру используют один из способов, представленных на рис. 28. В схеме (рис. 28, *а*) связь с контуром уменьшается при увеличении емкости конденсатора $C_{\text{св}}$. Несмотря на слабую связь, напряжение высокой частоты на контуре с хорошей добротностью в области резонанса оказывается достаточным, чтобы вызвать отклонение стрелки лампового вольтметра на шкале 1—3 *в*. Схема (рис. 28, *а*) имеет недостаток, заключающийся в том, что приходится отпаивать «холодный» конец катушки от корпуса, чтобы на время измерений включать в разрыв конденсатор связи.

В схеме (рис. 28, *б*) измеряемый контур связан с генератором индуктивно Петля связи представляет собой несколько витков изолированного провода, подключаемого к выходным зажимам генератора. Недостатком схемы является необходимость иметь доступ к измеряемой катушке. Такой доступ весьма затруднен, если катушка помещена в экран.

Схема (рис. 28, *в*) наиболее удобна. Емкость конденсатора связи в этой схеме выбирается такой минимальной величины, при которой еще получается достаточно заметное отклонение стрелки вольтметра. С повышением резонансной частоты контура емкость конден-

сатора связи уменьшают до единиц пикофарад. В реальный колебательный контур в приставке (или другом аппарате) обычно входят сопротивления контактов переключателя диапазонов. Неудовлетворительное состояние этих контактов (окисленная поверхность или недостаточное контактное давление) может служить причиной резкого снижения эквивалентной добротности контура. Чтобы проверить качество контакта, надо параллельно соединенным контактам проверяемого переключателя подпаять перемычку из провода. Сравнивая показания вольтметра при резонансе при наличии перемычки и без нее, легко обнаружить неудовлетворительный контакт в переключателе диапазонов. Обычная проверка переключателя с помощью омметра в этом случае не дает достаточной гарантии.

Следующим этапом является определение границ получившегося диапазона контура. Если перекрытие чрезмерно велико, его уменьшают, используя методы растягивания, описанные ниже. Если же перекрытие, создаваемое конденсатором переменной емкости, недостаточно, то его можно немного увеличить, уменьшив до предела начальную емкость контура. Уменьшение начальной емкости достигается рациональным монтажом, уменьшением емкости подстроечного конденсатора и неполным включением лампы в контур. Если всех принятых мер оказывается недостаточно, то приходится заменять блок конденсаторов переменной емкости блоком с бо́льшим перекрытием. Для определения величины перекрытия по частоте, которое может обеспечить конденсатор переменной емкости, определяют максимальную и минимальную частоты контура в крайних положениях ротора конденсатора. Отношение этих частот показывает величину перекрытия. Величина перекрытия не зависит от индуктивности катушки и остается неизменной для любого диапазона, если постоянная емкость, включенная параллельно контуру (емкость монтажа, обычно равная 20—40 *пф*), остается неизменной.

Если во время перестройки переменного конденсатора в какой-либо точке диапазона пропадает резонанс, то следует проверить сам переменный конденсатор. В нем может быть замыкание между пластинами или (это бывает редко) плохой контакт ротора с токосъемником.

При постройке конвертерных приставок с перестраиваемым входом, описанных в гл. 2, может случиться, что обычные блоки конденсаторов переменной емкости от радиовещательных приемников дают слишком большое перекрытие (до 3,5 раз). Если в колебательный контур ввести дополнительные конденсаторы постоянной емкости, то можно уменьшить перекрытие до требуемой величины. Чаще всего для уменьшения перекрытия последовательно с переменным конденсатором включают небольшой конденсатор постоянной емкости (рис. 29).

Чем меньше емкость конденсатора, тем меньше перекрытие. При всей простоте схема обладает серьезным недостатком: при малой емкости $C_{посл}$ шкала конвертера получается растянутой в низкочастотном конце и сжатой в высокочастотном. Для улучшения линейности параллельно переменному конденсатору включают постоянный; увеличение $C_{пар}$ уменьшает перекрытие (схема на рис. 29, *б*). Такой способ получения растяжки используется в большинстве радиовещательных приемников.

Сравнительно редко применяется подключение переменного конденсатора к отводу катушки (рис. 29, *в*). Вносимая в контур емкость в этом случае зависит от положения отвода. Чем ближе отвод

к холодному концу катушки (корпусу), тем меньше перекрытие. Так, если максимальная емкость переменного конденсатора равна 400 *пф* и он подключен к 1/3 витков, считая снизу, то его эквивалентная максимальная емкость оказывается равной 45 *пф*. Линейность шкалы при данном способе получается хорошей. Катушку контура в этой схеме можно рассматривать как индуктивный делитель ВЧ напряжения на концах контура. Делитель может быть также емкостным. Эффект уменьшения перекрытия оказывается таким же. Схема включения переменного конденсатора при этом аналогична схеме, изображенной на рис. 29, *б*, но отличается от нее номиналами элементов.

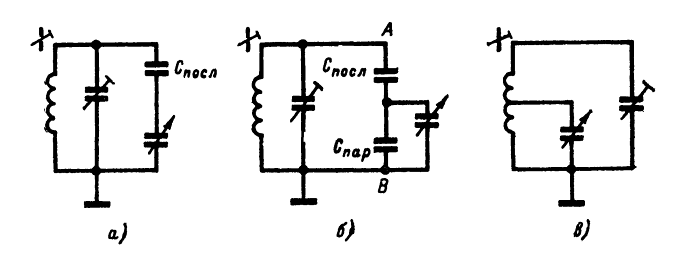


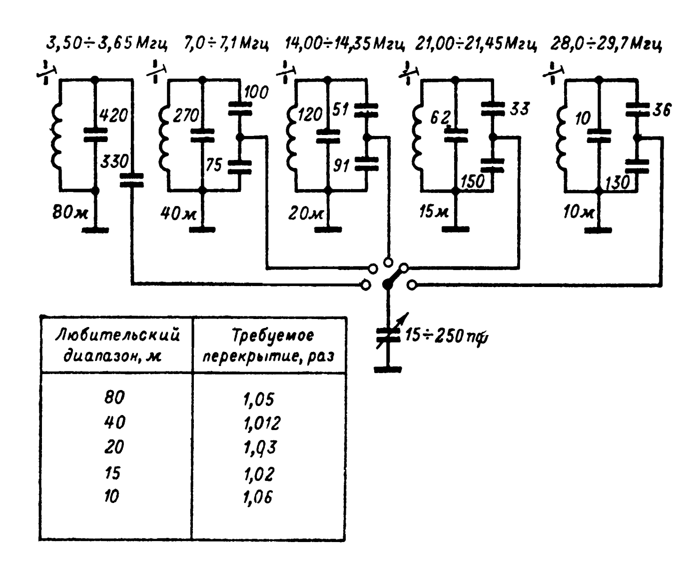
Рис. 29. Способы включения в контур конденсаторов переменной емкости для получения растянутого диапазона.

При необходимости уменьшить перекрытие уменьшают емкость верхнего плеча делителя и увеличивают емкость нижнего с таким расчетом, чтобы общая емкость делителя, измеренная между точками *А* и *В*, осталась неизменной. Минимальная частота настройки контура при этом не меняется. Практический подбор плеч делителя удобно производить, используя два предварительно проградуированных переменных конденсатора емкостью до 500 *пф*, имеющих небольшие размеры, например от транзисторных приемников «Альпинист», «Атмосфера», «Соната». Когда необходимо получить большую емкость, секции конденсаторов можно включать параллельно. Неизменность общей суммарной емкости делителя проверяется неизменностью положения на шкале начальной точки диапазона. После подбора плеч делителя проверяется линейность шкалы, а затем конденсаторы переменной емкости отключаются и заменяются постоянными такой же емкости. Проверка линейности шкалы производится с помощью ГСС, подключаемого согласно одной из схем рис. 28. Частота ГСС изменяется от $f_{мин}$ до $f_{макс}$ с отметкой на шкале конвертера основных промежуточных точек. Расстояния между отметками должны быть как можно более одинаковыми. В узком диапазоне отметки следует делать через 50 или 100 *кгц*. Как уже говорилось, заданная величина перекрытия может быть получена с любой имеющейся готовой коротковолновой катушкой и на любом удобном участке КВ диапазона. При замене катушки той, которая требуется для выбранного диапазона, перекрытие ($f_{макс}/f_{мин}$)сохраняется неизменным, если подстроечным конденсатором компенсировать изменение собственной емкости катушки и учесть емкость монтажа

Примеры схем колебательных контуров на растянутые любительские диапазоны приведены на рис. 30. После предварительной на-

стройки контуров в «холодном» приемнике или конвертере их окончательная подстройка при включенных лампах может быть произведена сердечниками и триммерами без перемотки катушек и перепайки конденсаторов. Сопряжение контуров при окончательной настройке конвертера также производится с помощью сердечников. В узком растянутом диапазоне достаточно сделать сопряжение в одной точке (как правило, в середине) диапазона.

После проведения всех указанных операций по подбору элементов колебательного контура следует проверить величину коэффициен-



Любительский диапазон, м	Требуемое перекрытие, раз
80	1,05
40	1,012
20	1,03
15	1,02
10	1,06

Рис. 30. Схемы колебательных контуров на растянутые любительские КВ диапазоны.

та передачи входной цепи ($k_{в.ц}$), для чего выходной кабель ГСС через эквивалент антенны подключается к антенному входу приставки. Уровень выходного напряжения ГСС должен быть максимальным. После этого измеряется напряжение ВЧ на сетке первой лампы. Оно должно быть в 2—8 раз больше входного (табл. 3).

Таблица 3

Диапазон	Коэффициент передачи входного контура	Эквивалентная добротность контура
ДВ	2—3	10—25
СВ	4—6	50—70
КВ	5—8	100—120
УКВ	2—3	10—20

Эквивалент антенны, включенный между ГСС и входной цепью, для разных диапазонов берется различным. В диапазоне 0,1—2,5 *Мгц* стандартный эквивалент состоит из последовательно соединенных конденсаторов емкостью 200 *пф*, резистора сопротивлением 25 *ом* и катушки индуктивностью 20 *мкгн*. На частотах выше 2,5 *Мгц* стандартным для вещательных приемников считается эквивалент, состоящий из безындукционного резистора сопротивлением 400 *ом*. Если входное сопротивление приемника известно, то эквивалент берется равным этому сопротивлению. Эквивалент нужен для того, чтобы антенная катушка приемника со стороны генератора была нагружена так же, как на действительную антенну. Собственное $R_{вых}$ генератора считается пренебрежимо малым и в первом приближении может не учитываться.

Если ведется измерение $k_{в.ц}$ входа приставки, рассчитанного на коаксиальный кабель с волновым сопротивлением (75 *ом*), то в качестве эквивалента используют резистор сопротивлением 75 *ом* (например, типа БЛП). При таком малом $R_{вх}$ приемника для большей точности лучше снимать сигнал с зажима выносного делителя ГСС, обозначенного «$\times$0,1». Сопротивление между этим зажимом и корпусом составляет величину менее 1 *ом* и его можно не учитывать. Коэффициент передачи входных цепей должен быть достаточно равномерным во всем рабочем диапазоне.

Для расчета элементов колебательного контура удобно пользоваться номограммами.

Номограмма для расчета L, C и f коротковолновых резонансных контуров (рис. 31) позволяет определить одну из указанных величин, если известны две другие. Определение неизвестной величины производится соединением прямой линией точек на соответствующих шкалах номограммы, отвечающих значениям известных величин. Если, например, через точку на средней шкале, соответствующую заданной частоте f, и точку на шкале C, отвечающую известной емкости конденсатора контура, провести прямую (с помощью прозрачной линейки), то точка пересечения прямой со шкалой L позволит определить необходимую индуктивность катушки контура для настройки на частоту f. Так, если емкость конденсатора равна 150 *пф* и контур должен быть настроен на 7,5 *Мгц*, то требуемая индуктивность катушки должна быть равна 4 *мкгн*. При известных границах изменения емкости переменного конденсатора (с учетом емкости монтажа) можно определить, каким получится диапазон частот. Например, если полная емкость контура изменяется от 150 до 50 *пф*, то при катушке $L=4$ *мкгн* диапазон контура составит 7,5—12,1 *Мгц*. Диапазон определяется вращением линейки вокруг точки на шкале L, отвечающей значению 4 *мкгн*.

После нахождения требуемой индуктивности катушка наматывается с таким расчетом, чтобы необходимое значение индуктивности получалось при среднем положении ее сердечника.

Если конструктор не имеет возможности пользоваться Q-метром, измерение неизвестных L и C можно производить путем измерения резонансной частоты контура, составленного из известной по величине емкости (индуктивности) и индуктивности (емкости), величину которой необходимо определить. Для этой цели удобно использовать заранее проверенный «эталонный» конденсатор емкостью 100 *пф* (лучше КСО серии Г) и «эталонную» катушку индуктивностью 5 *мкгн*. При указанных величинах и диапазоне измерительного генератора от 1,5 до 40 *Мгц* можно измерять емкости в пределах от 1 до

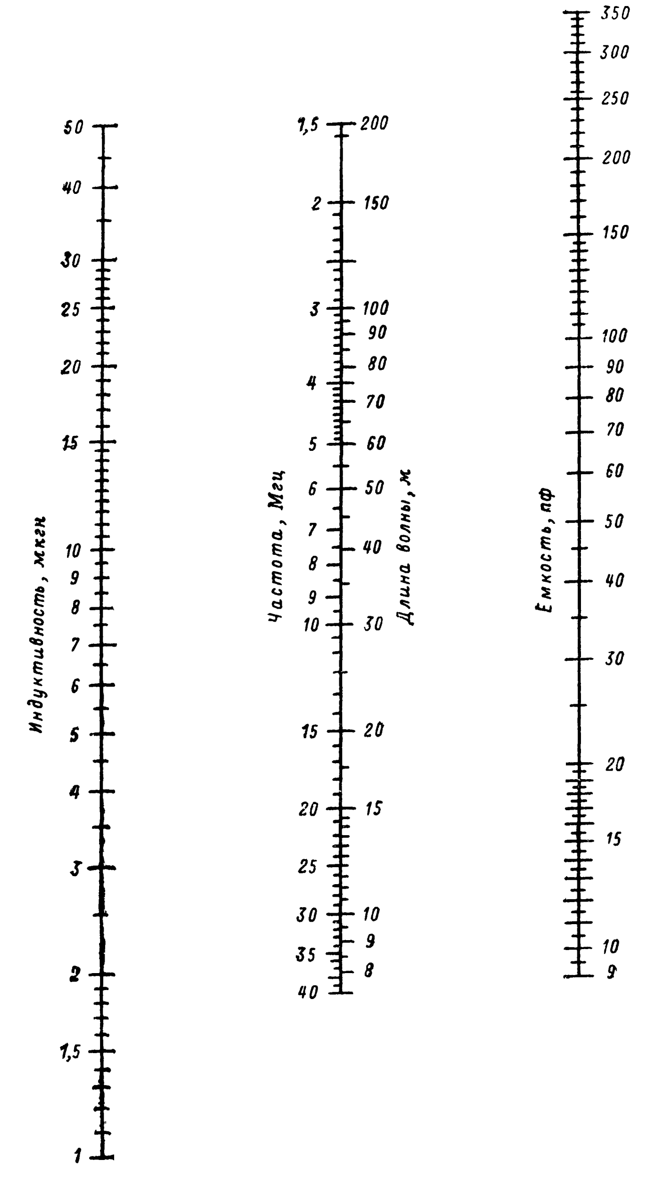


Рис. 31. Номограмма для расчета коротковолновых резонансных контуров.

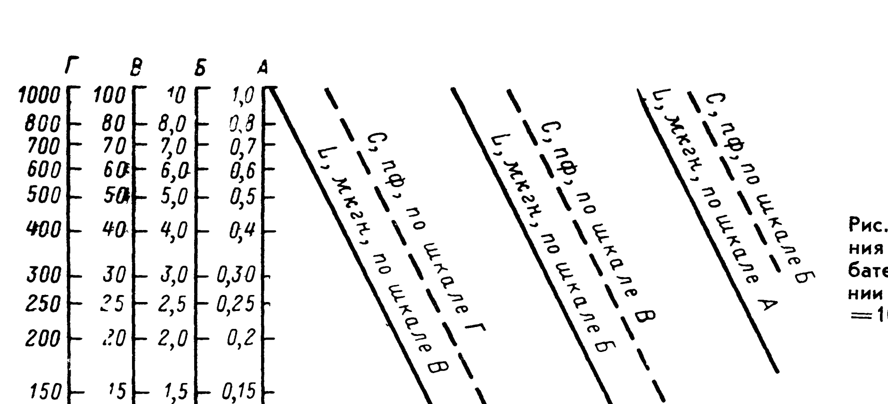


Рис. 32. Номограмма для определения неизвестных параметров колебательного контура при использовании «эталонного» конденсатора ($C = 100$ пф) или «эталонной» катушки ($L = 5$ мкгн)

1 000 *пф* и индуктивности от 0,16 до 100 *мкгн*. Измерение частоты производится либо по схеме рис. 28, либо с помощью ГИР. Для определения неизвестной величины удобно пользоваться номограммой на рис. 32. При определении неизвестного значения емкости (индуктивности) на горизонтальной шкале «Частота, *Мгц*» находится точка, соответствующая измеренной частоте контура. Из найденной точки восстанавливается перпендикуляр до пересечения с наклонной линией *L* или *C* в зависимости от того, что требуется определить. Затем из точки пересечения перпендикуляра с наклонной проводится горизонтальная прямая до пересечения с одной из шкал *А*, *Б*, *В* или *Г*, где и отсчитывается искомая величина.

Поясним примером, как пользоваться этой номограммой. Допустим, что частота контура, состоящего из эталонного конденсатора емкостью 100 *пф* и неизвестной индуктивности, получилась равной 10 *Мгц*. Восстановив перпендикуляр из точки горизонтальной шкалы, отвечающей значению 10 *Мгц*, до пересечения с наклонной «*L*, *мкгн*, по шкале *Б*», проводим из полученной точки горизонтальную прямую и по шкале *Б* определяем, что индуктивность катушки равна 2,5 *мкгн*.

Аналогично если при определении емкости конденсатора контура, составленного из катушки 5 *мкгн* и неизвестной емкости, резонансная частота получилась равной, например, 8 *Мгц*, то эта емкость равна 80 *пф*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Параметры электромеханических фильтров

Наименование	Значение			
	ЭМФ-9Д-500-3,0с	ЭМФ-11Д-500-7,8с	ЭМФ-5П-465-7	ЭМФДП-9П-500-8,0с
Номинальное значение промежуточной частоты, *кгц*	500	500	465±1,5	500±0,2
Полоса пропускания по уровню 6 *дб*, *кгц*	3,0	7,8	7,0	8,0
Затухание в полосе пропускания	3—15	≤15	<8	<15
Неравномерность в полосе пропускания, *дб*	1,5—6,0	3—6	<2,5	—
Коэффициент прямоугольности по уровням 6 и 60 *дб*	<1,6	<1,8	—	—
$R_{вх}$ при настроенном контуре, *ком*	12±4	12±4	10	16 или 24
$R_{вых}$ при настроенном контуре, *ком*	12±4	12±4	1	16 или 0,5
Емкость конденсатора настройки, подключаемого к входным зажимам, *пф*	50—80	50—80	300—330	—
Емкость конденсатора настройки, подключенного к выходным зажимам, *пф*	50—80	50—80	2 200—2 400	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Параметры пьезокерамических фильтров

Наименование		ПФ1П-1	ПФ1П-2
Средняя частота, *кгц*		$465^{+2}_{-1,8}$	
Полоса пропускания, *кгц*		7—9,5	7,5—12
Затухание в полосе пропускания, *дб*		8	
Избирательность, *дб*, при расстройке	±10 *кгц*	46	
	±20 *кгц*	42	
Входное напряжение, *в*		3	
Входное сопротивление, *ом*		1 200±15%	
Выходное сопротивление, *ом*		600±15%	

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Евгений Александрович Момот

Приставки к радиоприемникам

Редактор *В. В. Абрамов*
Редактор издательства *А. П. Алешкин*
Обложка художника *А. А. Иванова*
Технический редактор *О. Д. Кузнецова*
Корректор *Н. В. Лобанова*

Сдано в набор 18/IV 1972 г. Подписано к печати 12/XII 1972 г. Т-19665
Формат 84×108[1]/32 Бумага типографская № 2 Усл. печ. л. 2,94
Уч.-изд. л. 3,57 Тираж 80 000 экз. Зак. 310 Цена 15 коп

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.
Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Цена 15 коп.